
Termografia

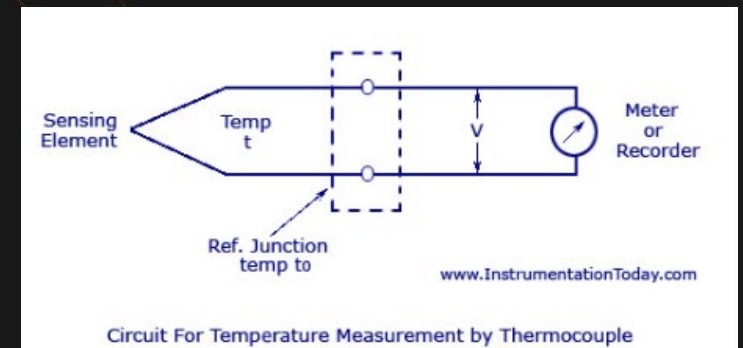
pianificazione e modalità operative
per risultati soddisfacenti
esempi pratici.

Mauro Baldo – Hikmicro

Le basi della termografia

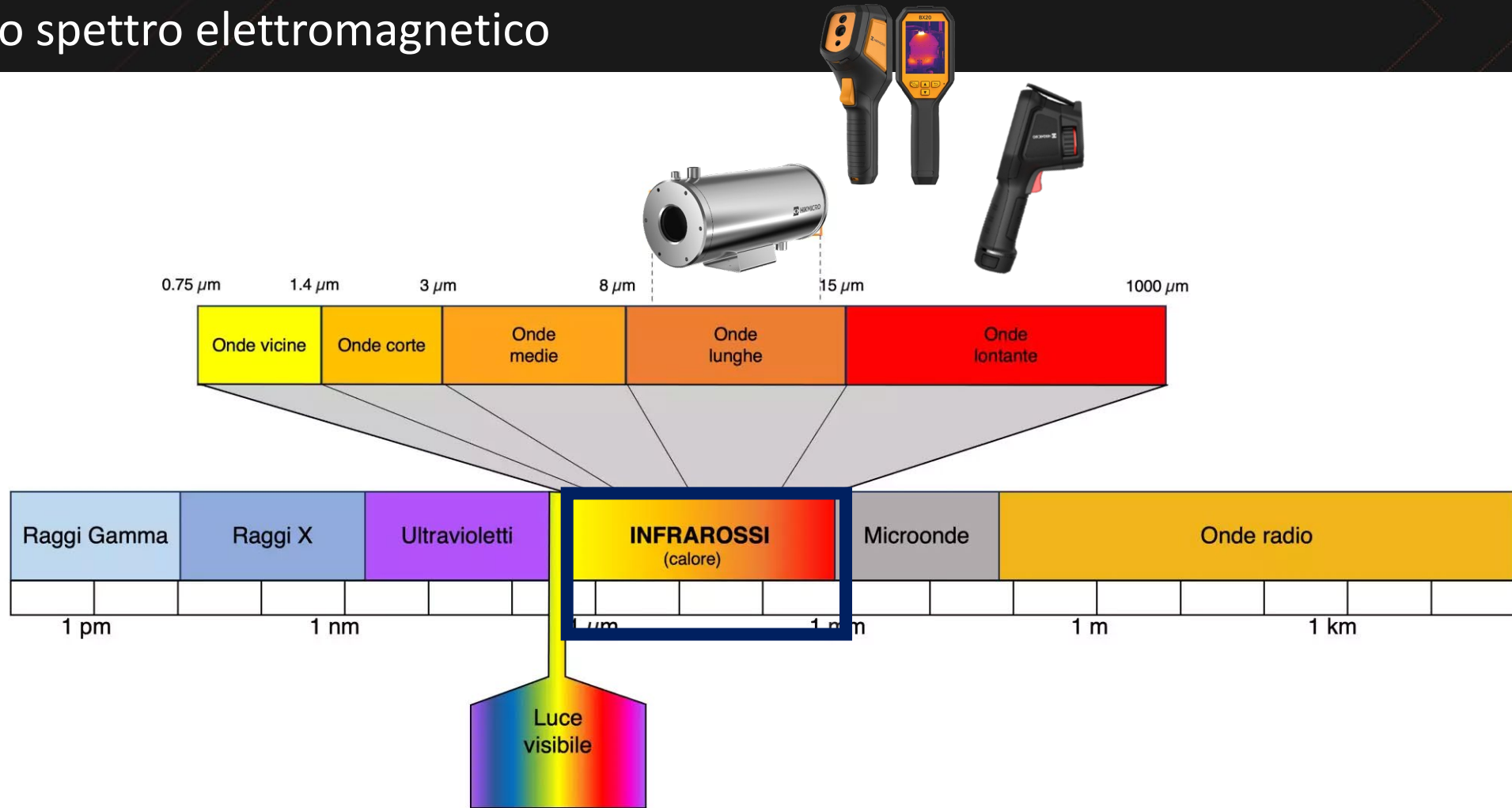
Vantaggi IR Vs Misura a contatto

- Senza contatto quindi **non invasiva**
- Allontana l'operatore da eventuali pericoli
- Consente di misurare temperature molto alte (fino a $+2000^{\circ}\text{C}$)
- Consente di misurare a grandi distanze
- È in tempo reale (fluttuazioni istantanee)
- Consente di misurare molteplici punti simultaneamente
- Non è influenzata da agenti atmosferici
- Consente di visualizzare trend nel tempo e flussi termici



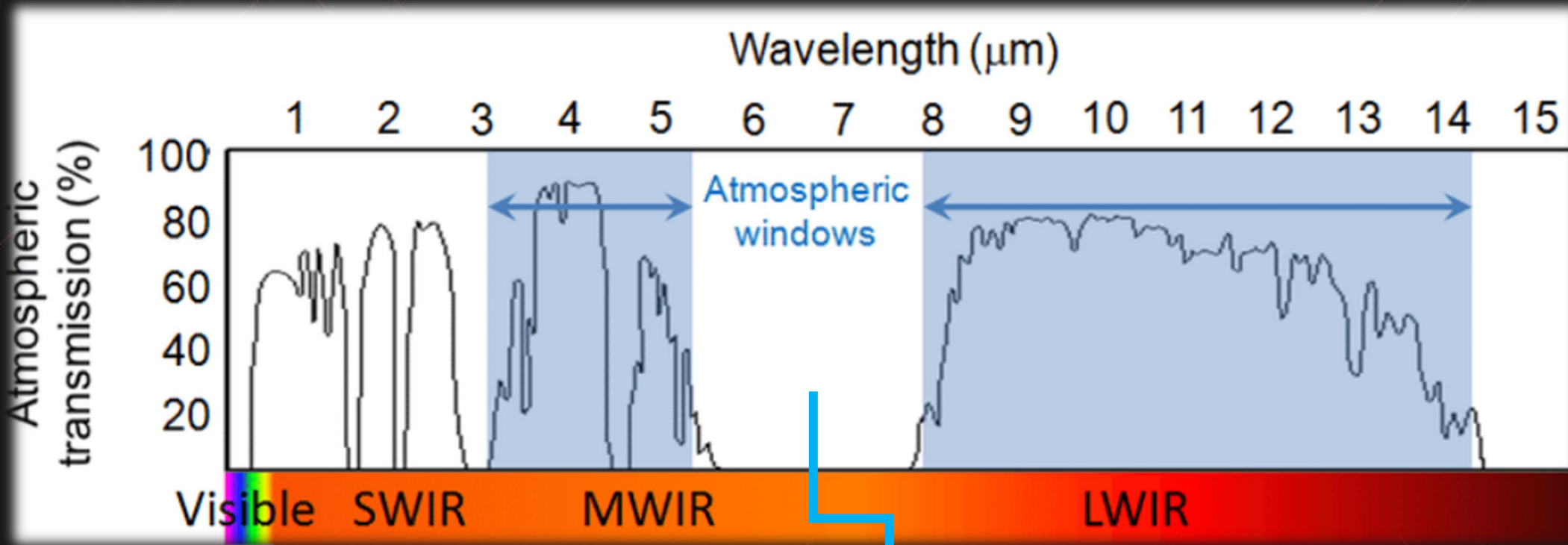
Le basi della termografia - infrarosso

Lo spettro elettromagnetico



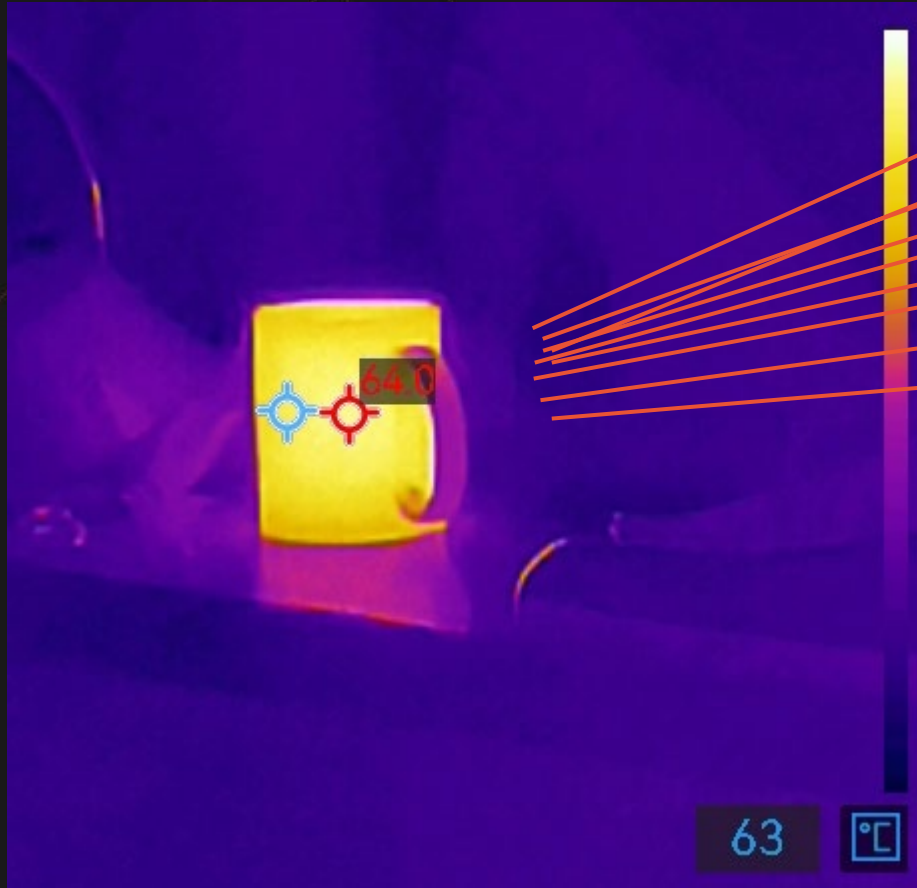
Le basi della termografia - infrarosso

Lo spettro elettromagnetico : perché le comuni termocamere sono tutte in onda lunga?



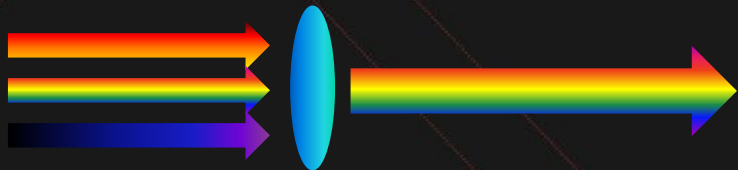
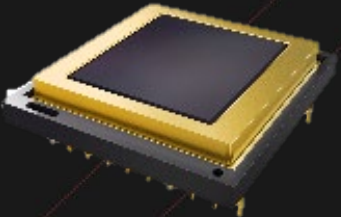
In questa porzione dello spettro l'aria è opaca 100%

Le basi della termografia

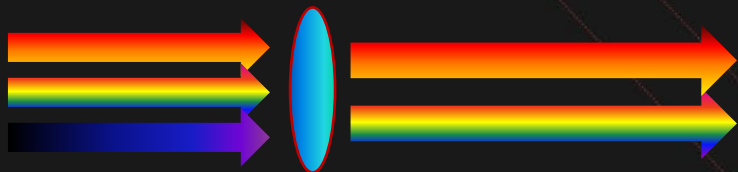


Tutti gli oggetti con temp maggiore dello zero assoluto (-273°C) emettono energia in funzione della loro temperatura , i sensori comuni delle termocamere convertono la radiazione in segnale elettrico che l'elettronica restituisce in valore di temperatura

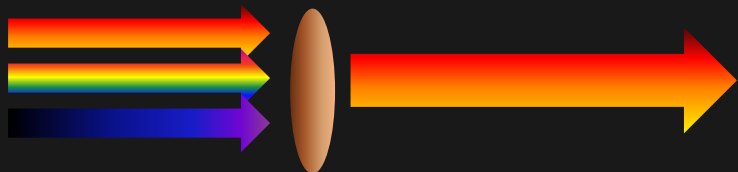
Componenti delle termocamere



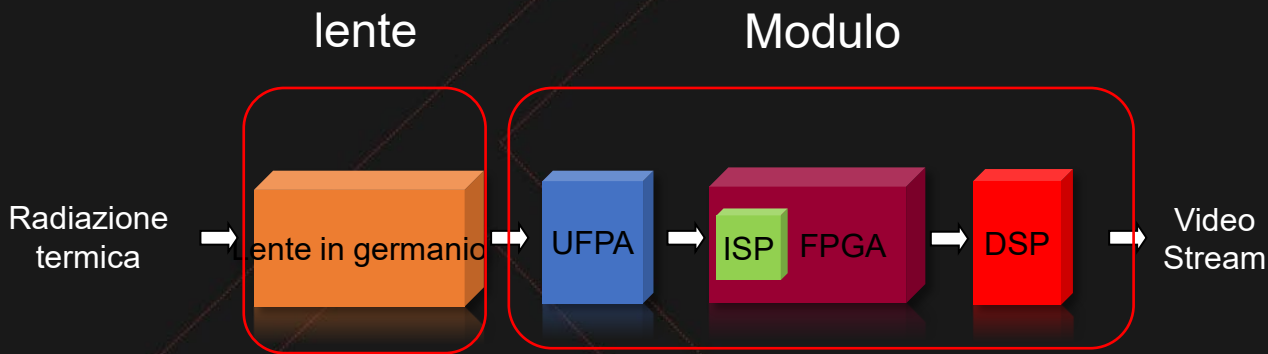
Lente comune



Lente IR



Lente in germanio



Sensore: UFPA (Uncooled Focal Plain Arrays), converte la radiazione termica in segnale elettrico.

Principio di misura

Legge di Stefan Boltzmann – „completa“

In realtà l'energia irradiata da un corpo è composta da 3 componenti: Energia emessa + energia riflessa + energia trasmessa

$$Q = \sigma \varepsilon_e T_e^4 + \sigma \varepsilon_r T_r^4 + \sigma \varepsilon_t T_t^4$$

Dove:

Q = totale dell'energia irradiata dal corpo nell'unità di tempo

T_e = temperatura assoluta corpo

T_r = temperatura media assoluta corpi il cui irraggiamento è riflesso dal corpo

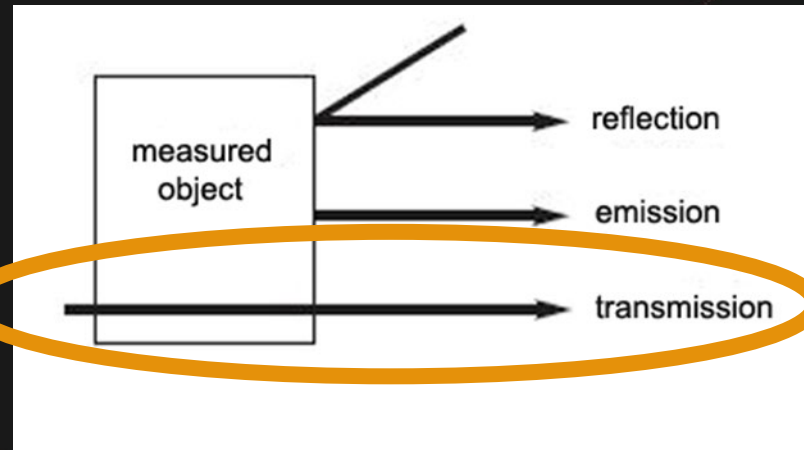
RTC (Reflected Temperature Coefficient)

T_t = temperatura assoluta corpi il cui irraggiamento è trasmesso dal corpo

ε_e = coefficiente emissività

ε_r = coefficiente riflessione

ε_t = coefficiente trasmissione



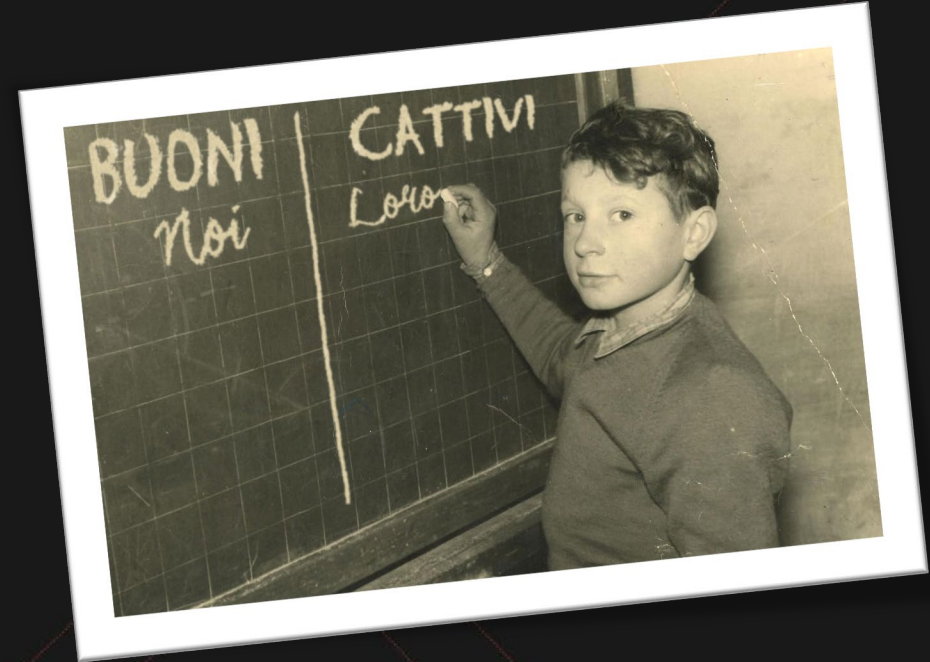
Le basi della termografia - emissività

Materiali alto emissivi (ϵ 0,7-0,9)

- Plastica
- Carta
- Legno
- Cemento
- Asfalto
- Vernice opaca

Materiali basso emissivi (ϵ 0,1-0,5)

- Metalli non verniciati
- Superfici lappate , satinare
- Plastiche con finiture lucide



Va inoltre considerato che i materiali metallici subiscono variazioni nel tempo (esempio ruggine/ossidazione/depositi)

Le basi della termografia



Emissività corretta pelle umana – 0,98



Emissività errata alluminio – 0,1

Le basi della termografia

Effetti dell'emissività , esempio pratico = tazza in alluminio con acqua +80°C

Emissività 0,8



Immagine visibile

Emissività 0,1

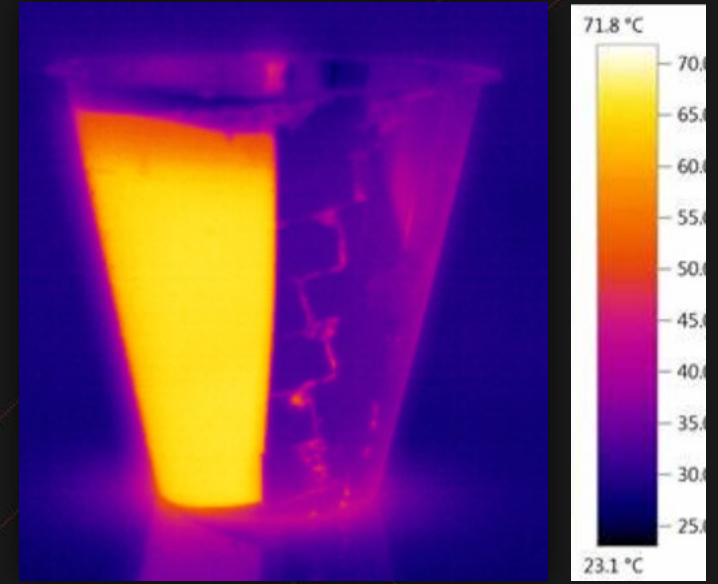


Immagine termica

La differenza di temperatura tra il lato verniciato e il lato lucido è solo apparente , in effetti varia solo l'emissività

Terminologie

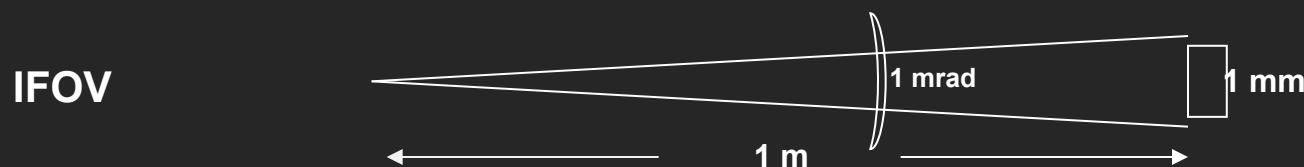
Risoluzione termica

Definita come **NETD (Noise Equivalent Temperature Difference)**: rappresenta la più piccola differenza di temperatura rilevabile tra pixel. Nel nostro caso ad esempio $0,05^{\circ}\text{C}$ (50 mK).

Risoluzione spaziale

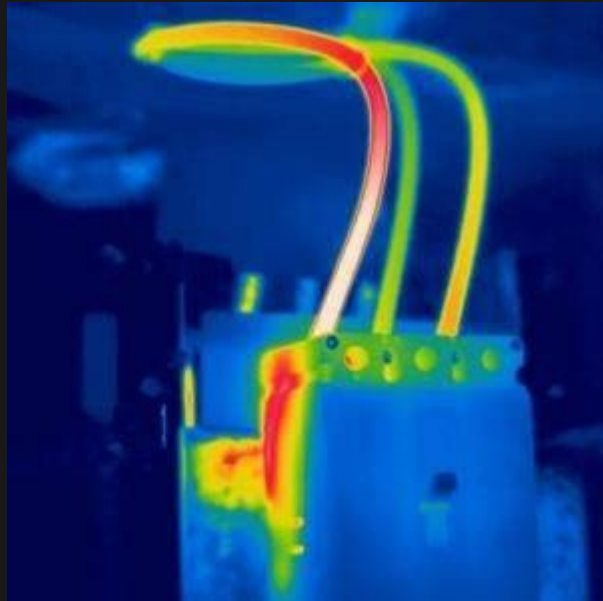
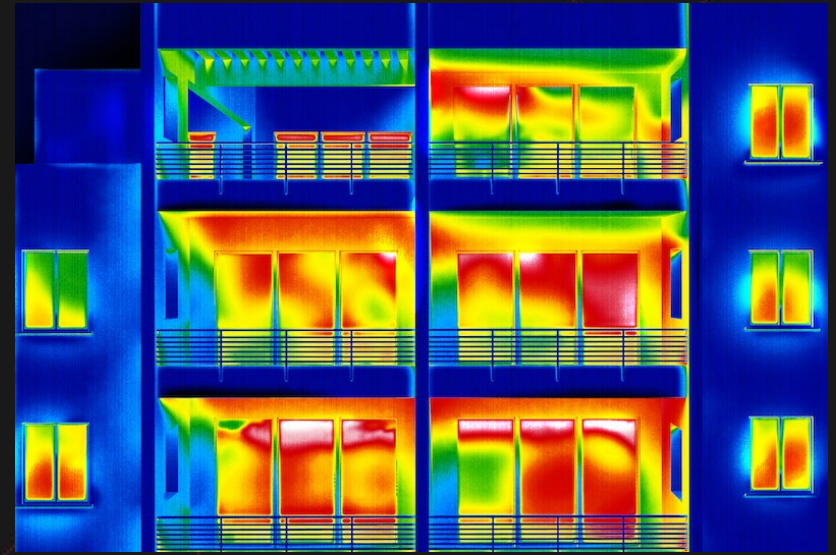
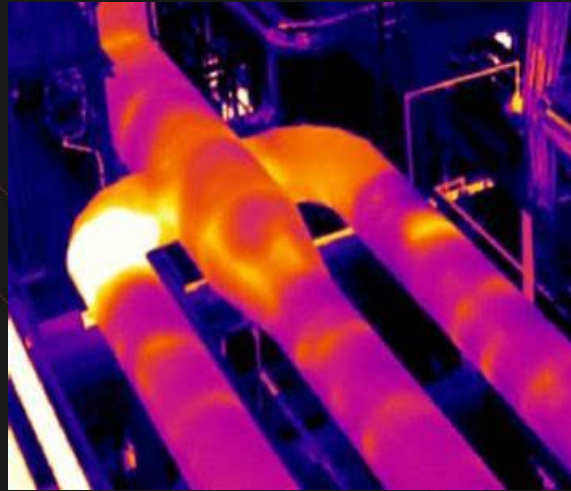
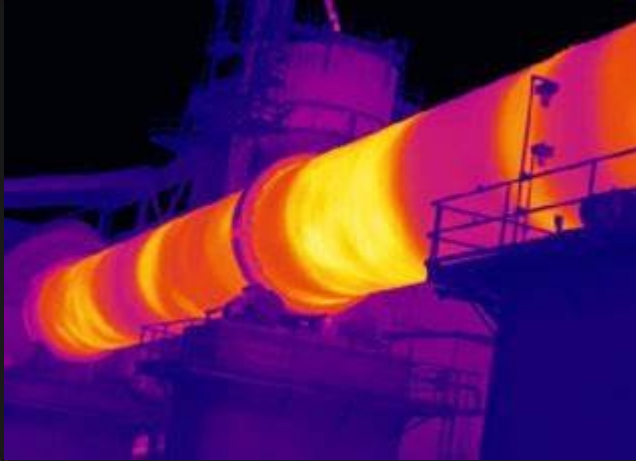
FOV (Field of view): definisce il camp visivo della lente accoppiata al sensore. Generalmente espresso in $^{\circ}$ come angolo dell'ottica

IFOV (Instantaneous field of view): definisce la capacità di rilevare un dettaglio in combinazione con una determinata ottica. In genere si misura in mrad (milliradiani) e rappresenta l'angolo visivo che corrisponde ad un singolo pixel. Ad esempio 1,0 mrad corrisponde a 1mm @ 1m di distanza

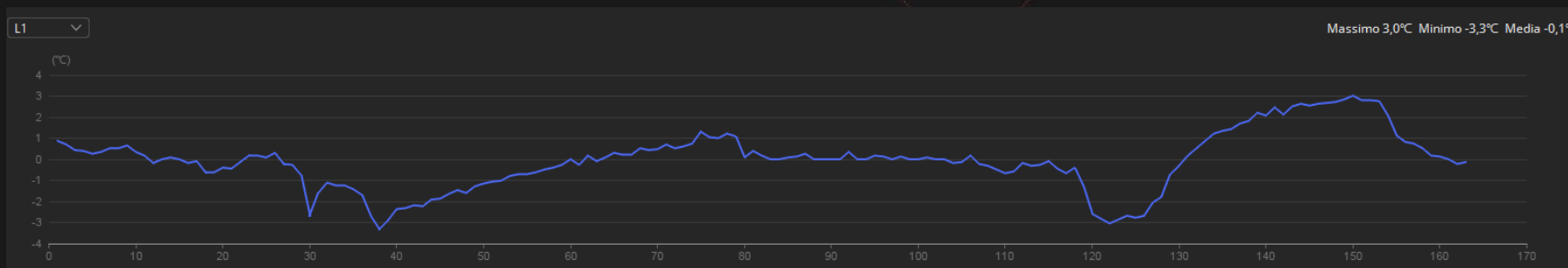
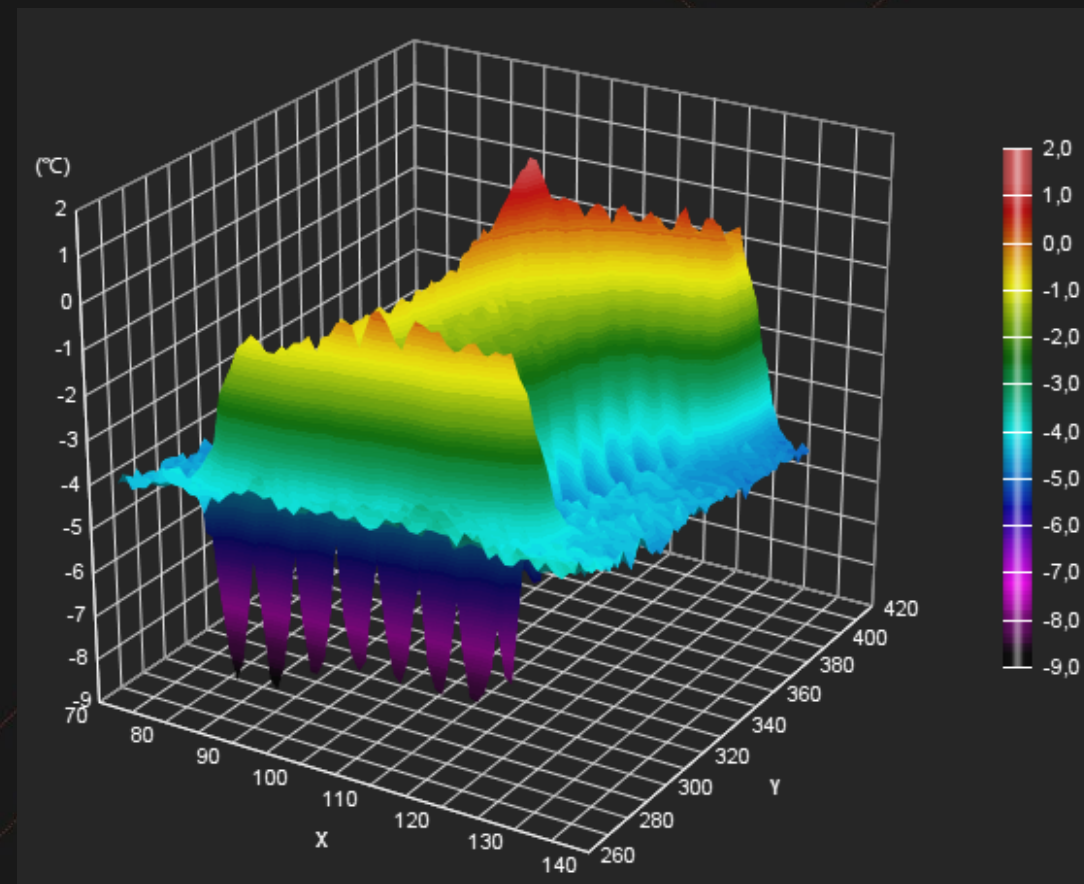
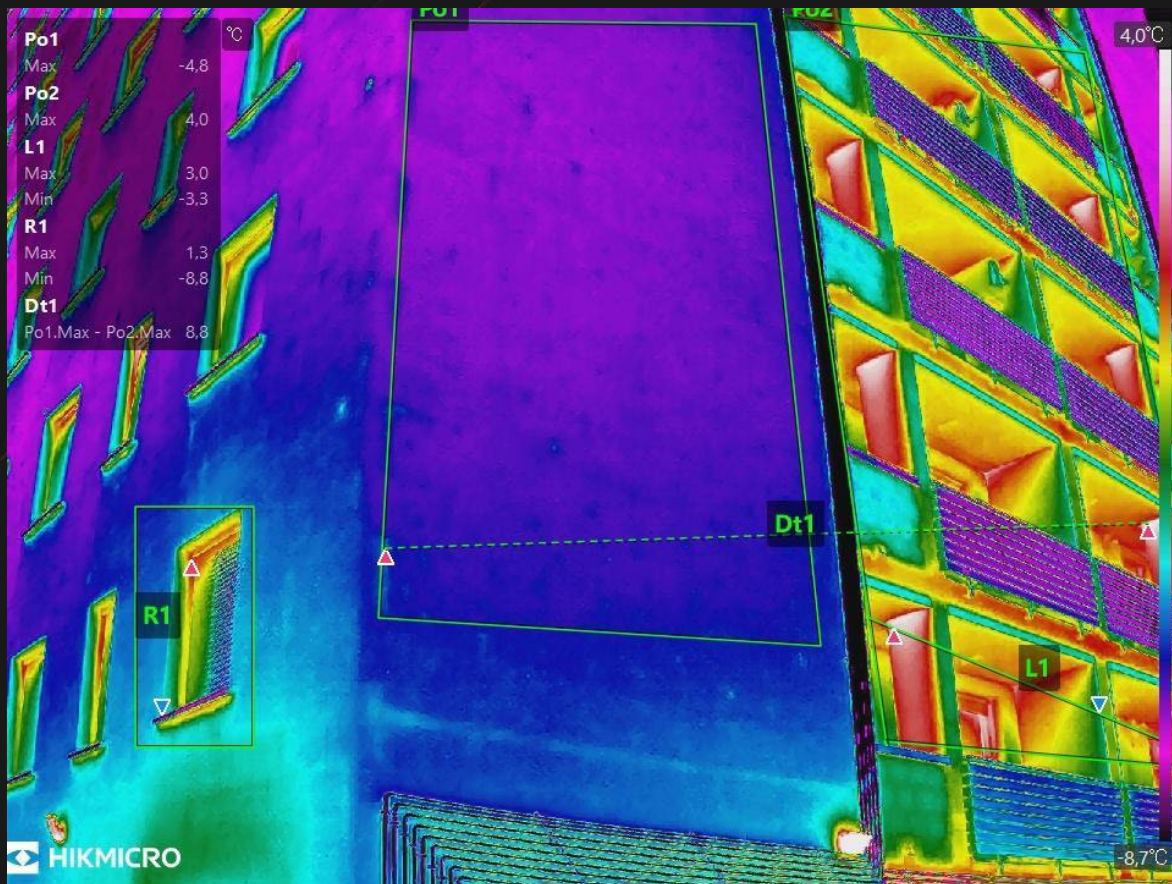


IFOV_{meas} (Instantaneous field of view measured): definisce le dimensioni del dettaglio più piccolo di cui posso *misurare la temperatura*. Per riuscirci devo avere un contrasto termico in genere 3 pixel. E' quindi pari a 3 x IFOV

Le basi della termografia – qualitativa vs quantitativa



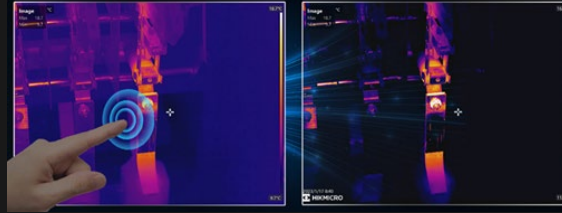
Le basi della termografia – qualitativa vs quantitativa



Le basi della termografia – sintonizzazione termica

La sintonizzazione termica consente di aumentare il contrasto alle temperature desiderate, restringendo l'intervallo di temperatura

Automatica



Manuale

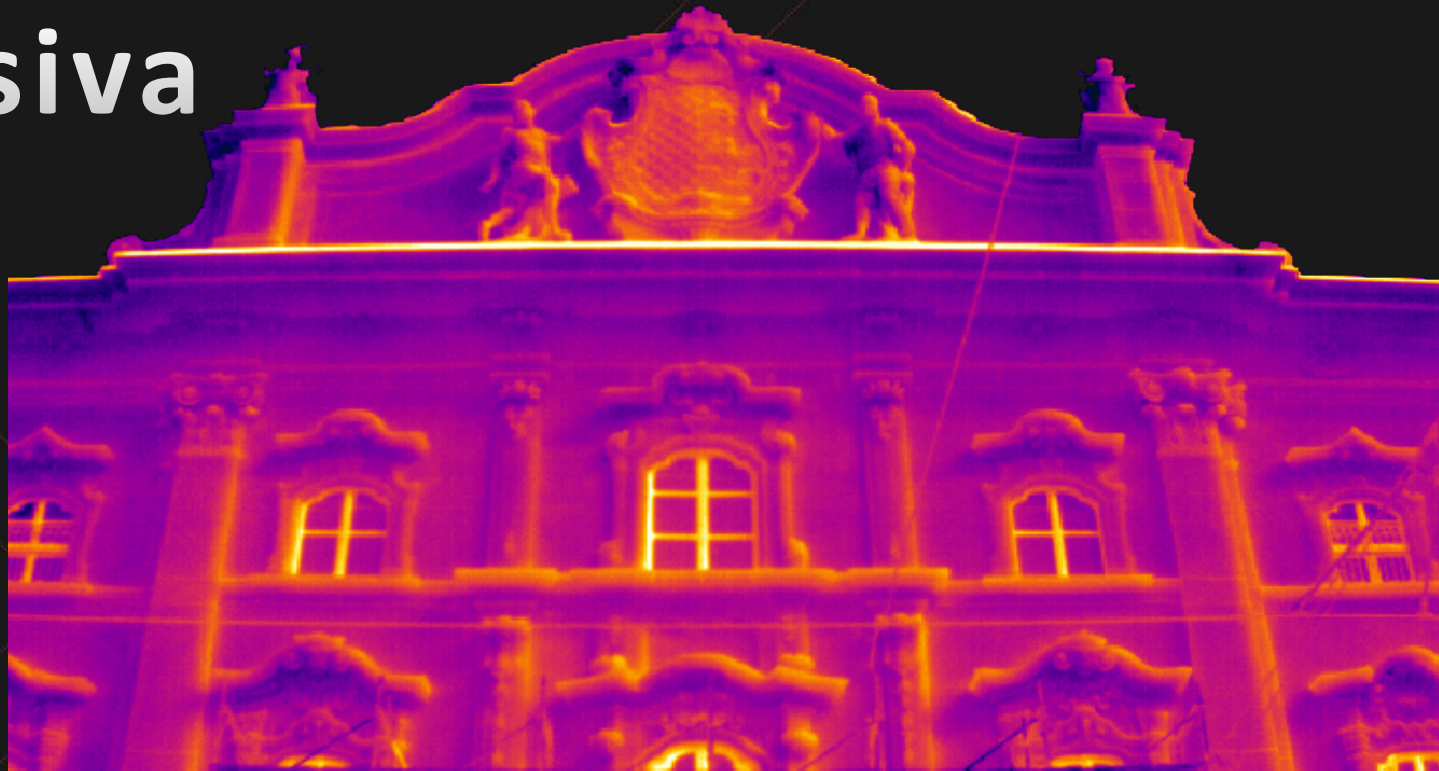


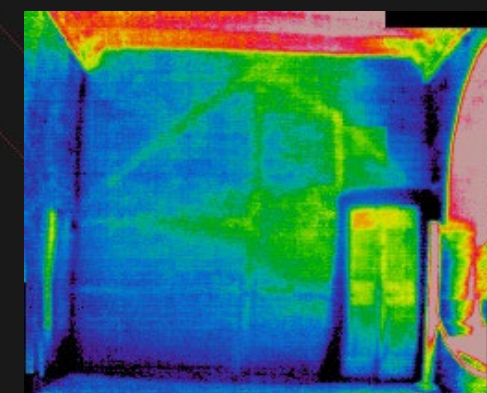
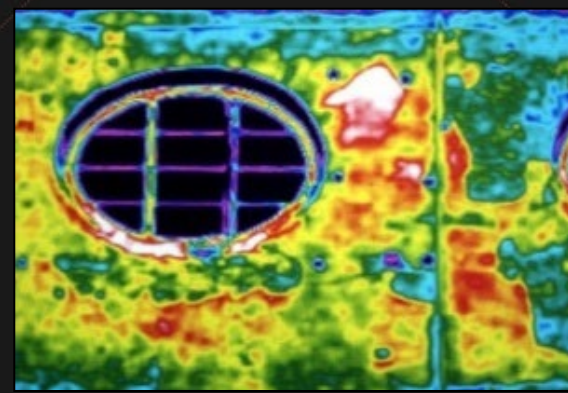
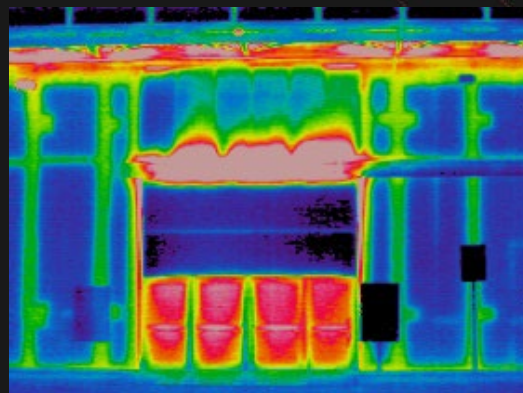
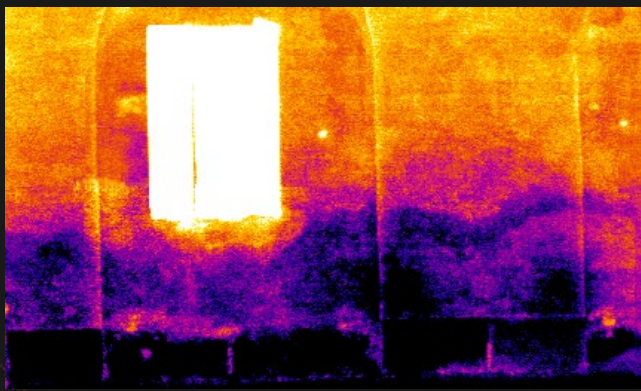
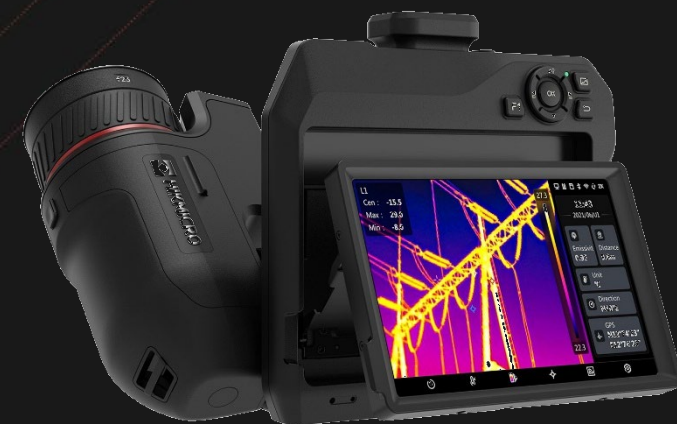
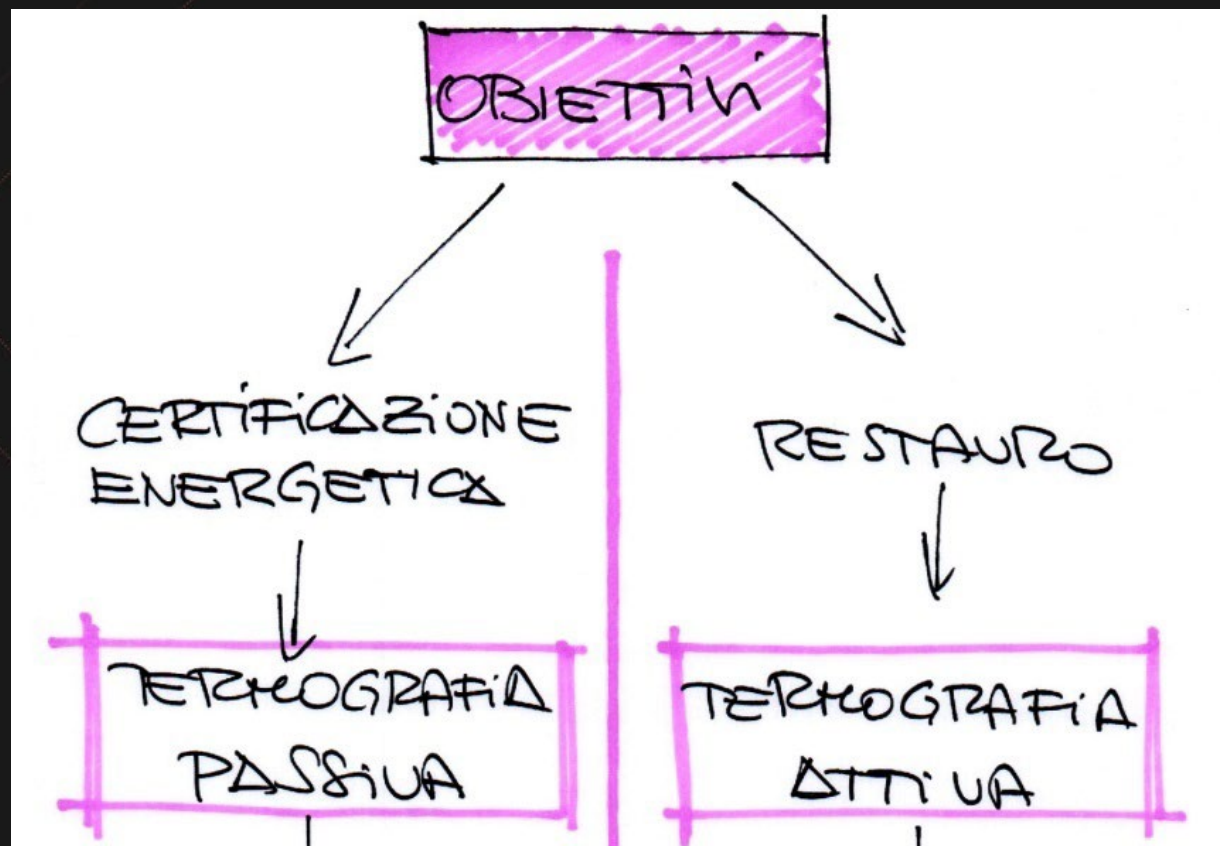


ARCHITECNO
ARCHITETTURA E TECNOLOGIA

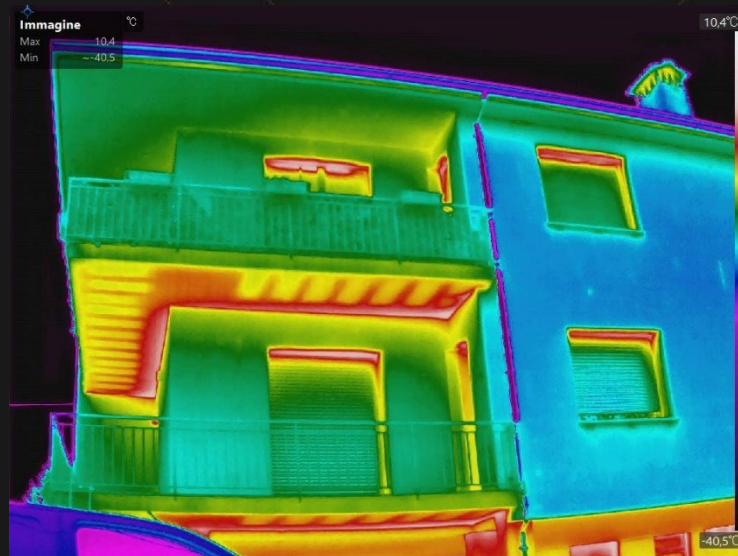
Termografia passiva e attiva

Arch. Guido Roche

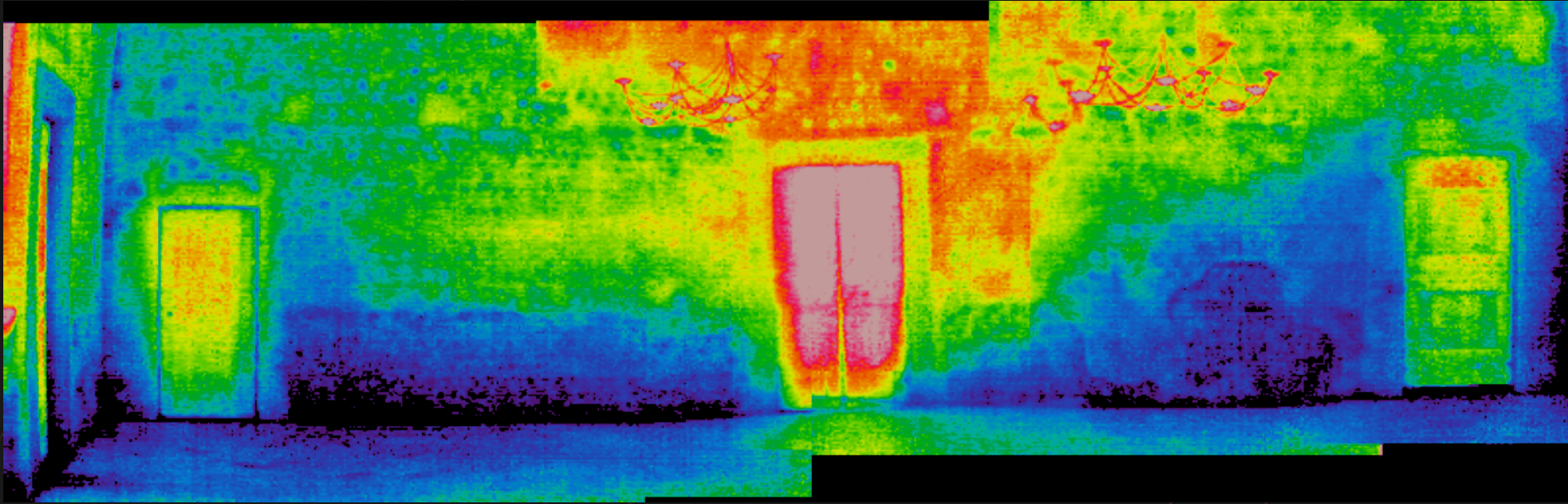




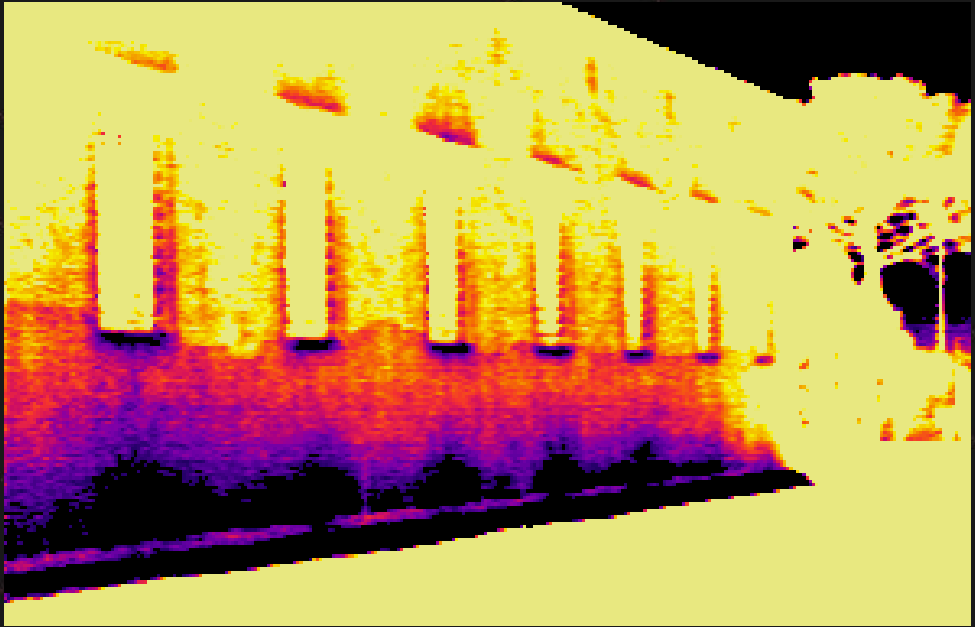
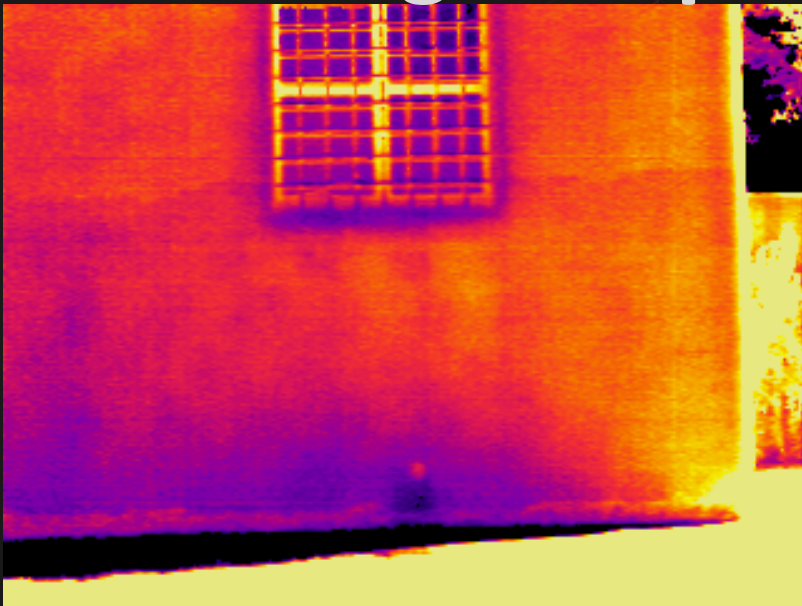
La termografia passiva



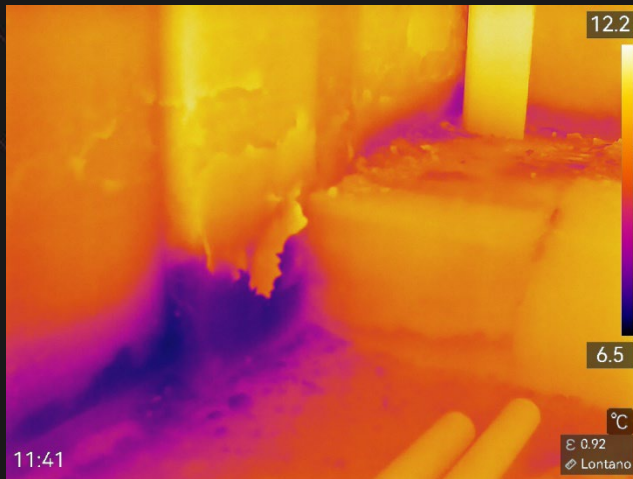
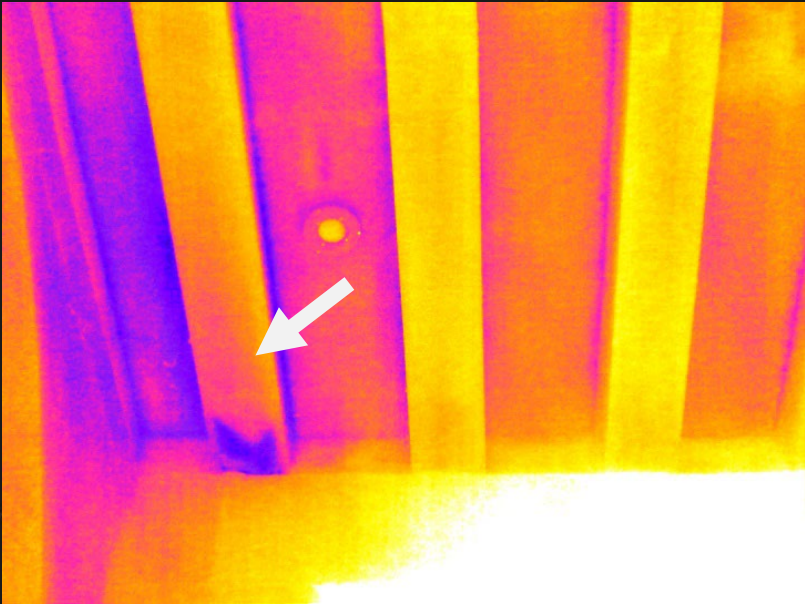
La termografia passiva



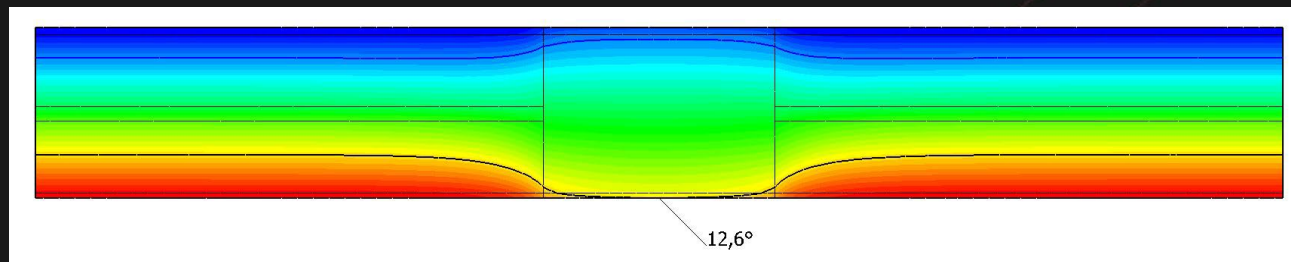
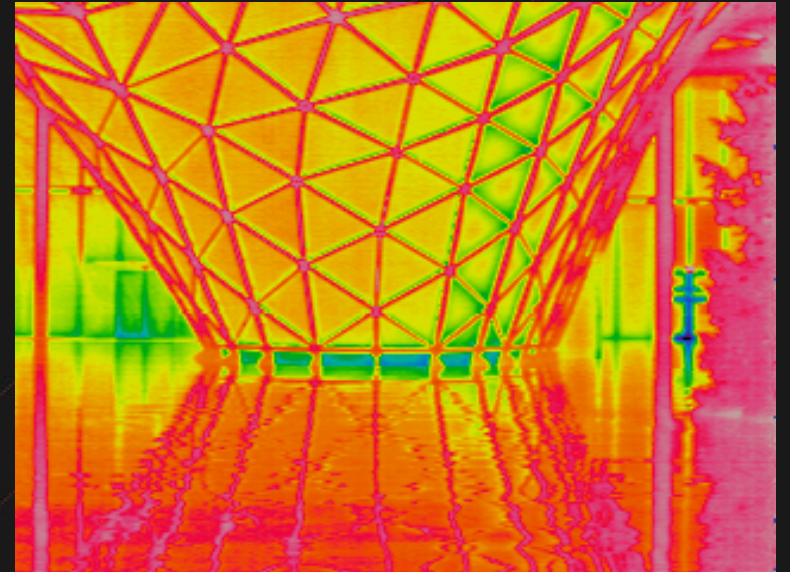
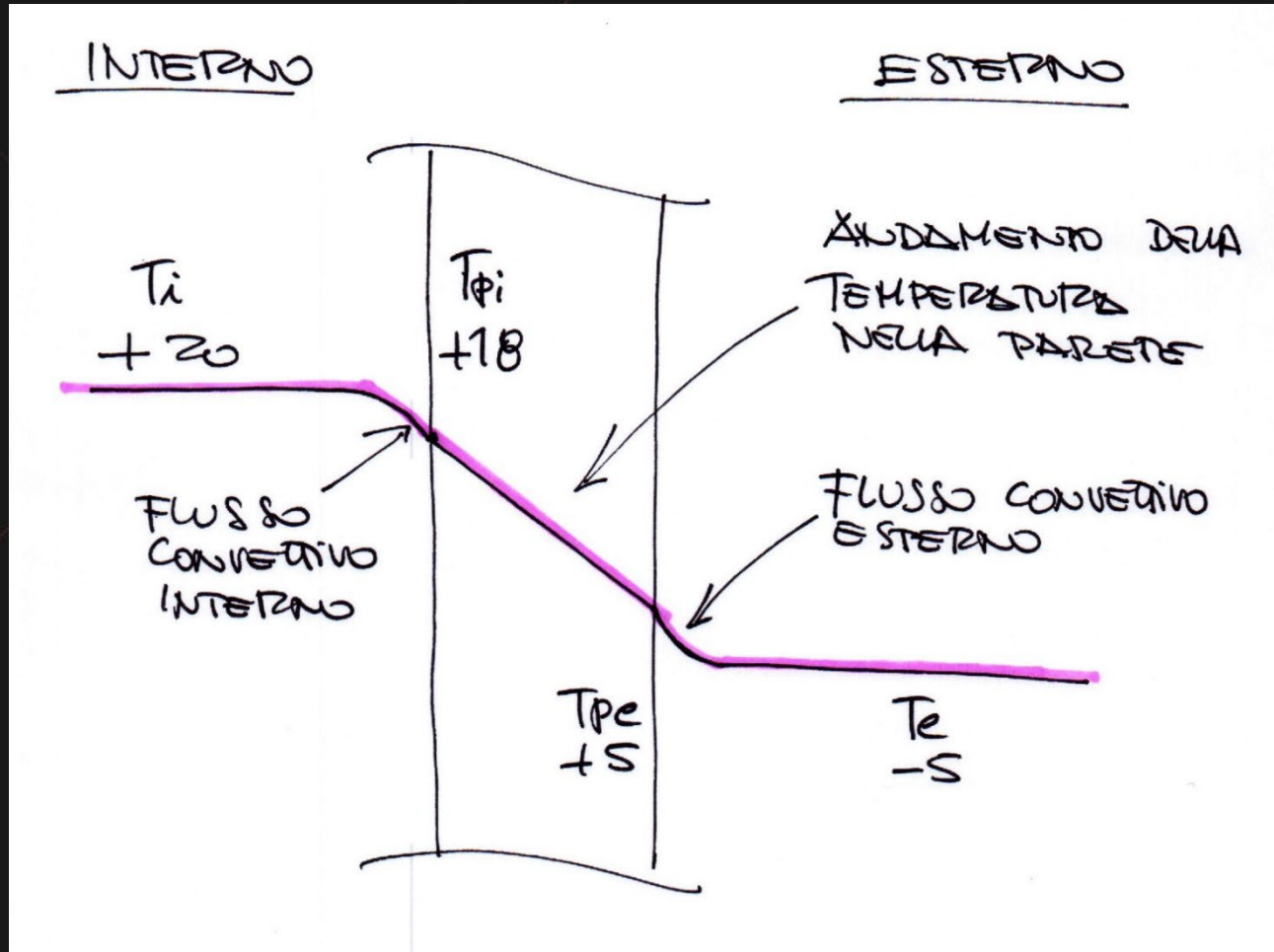
La termografia passiva



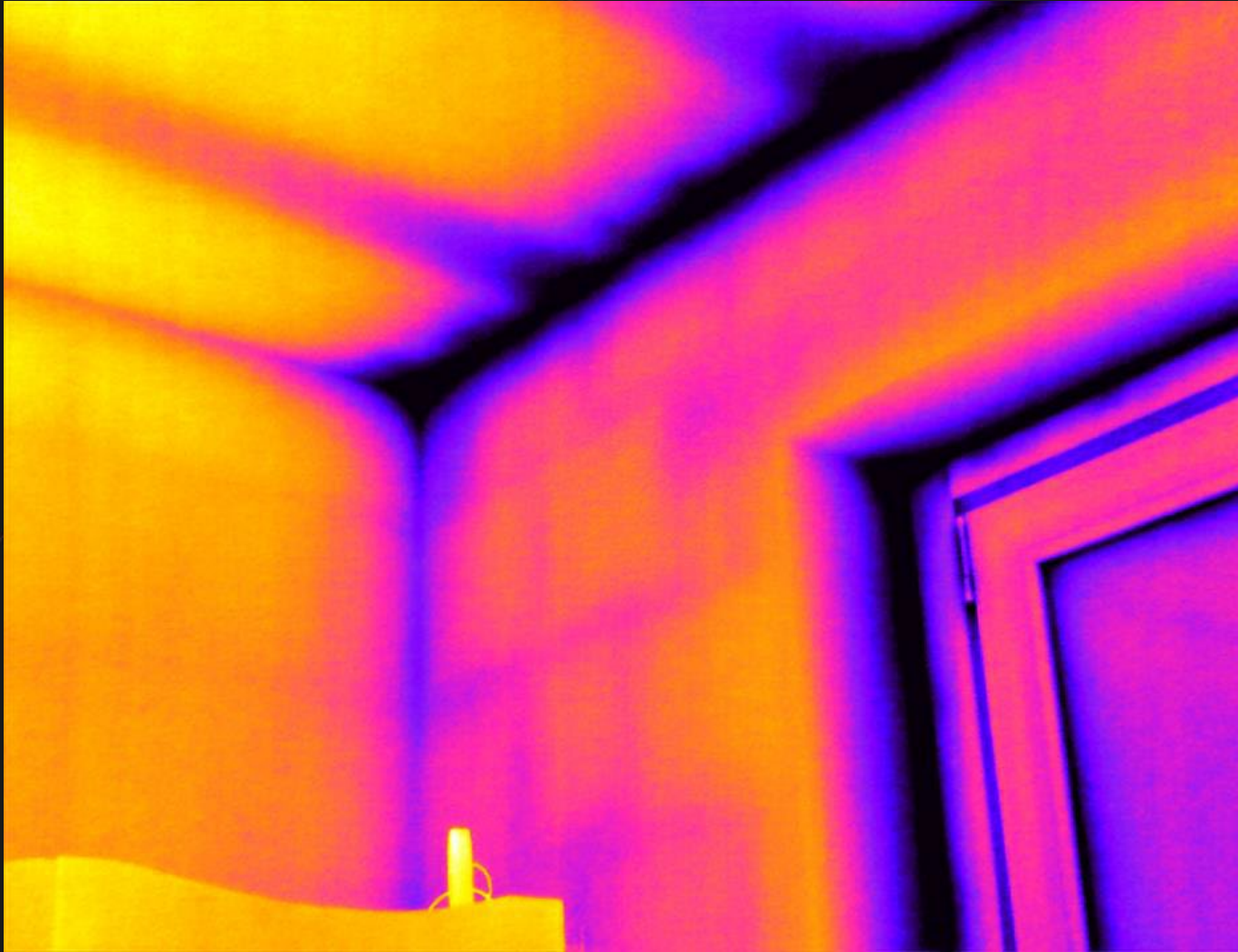
La termografia passiva



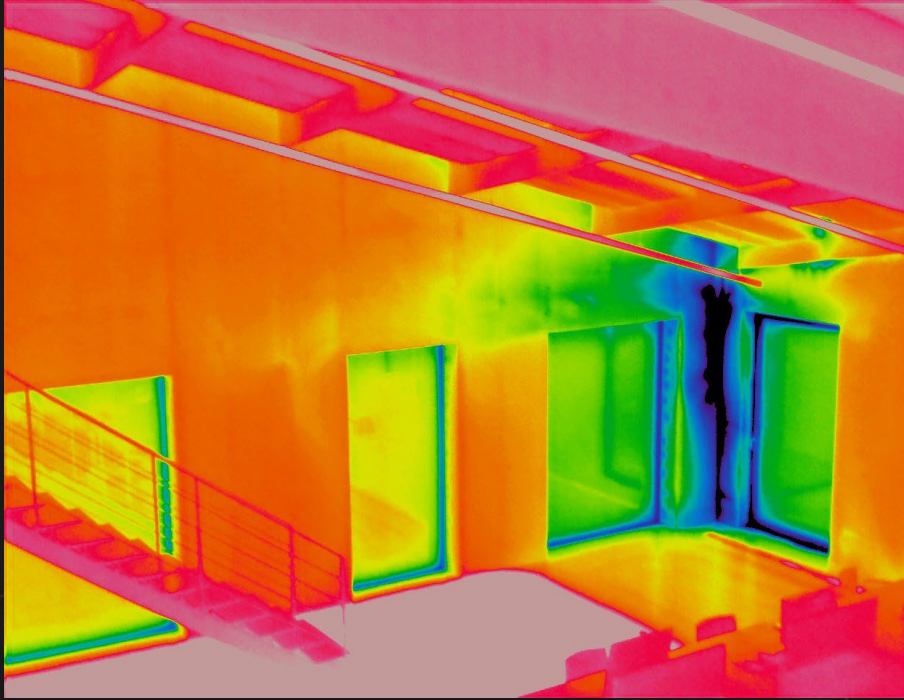
La termografia passiva



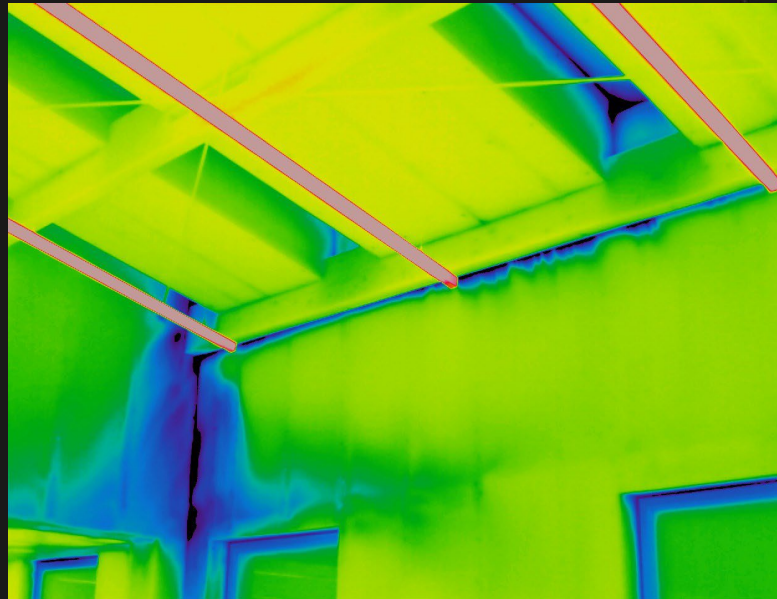
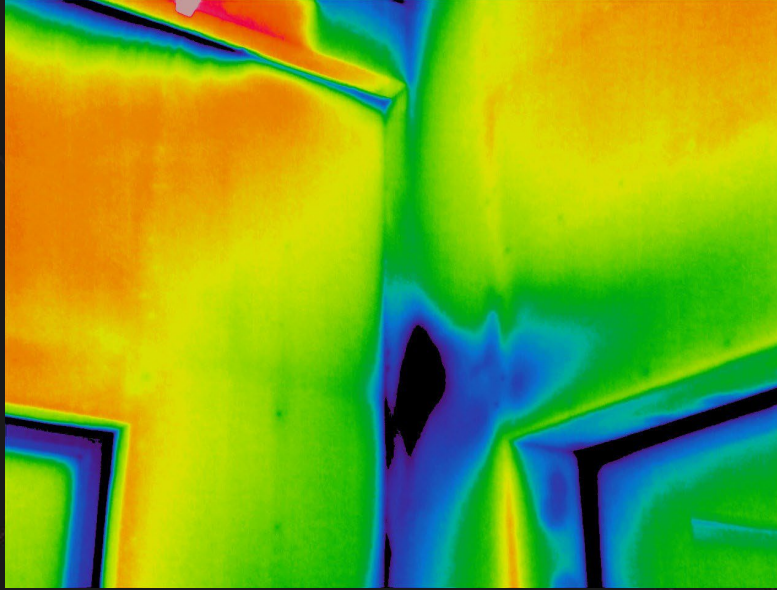
La termografia passiva



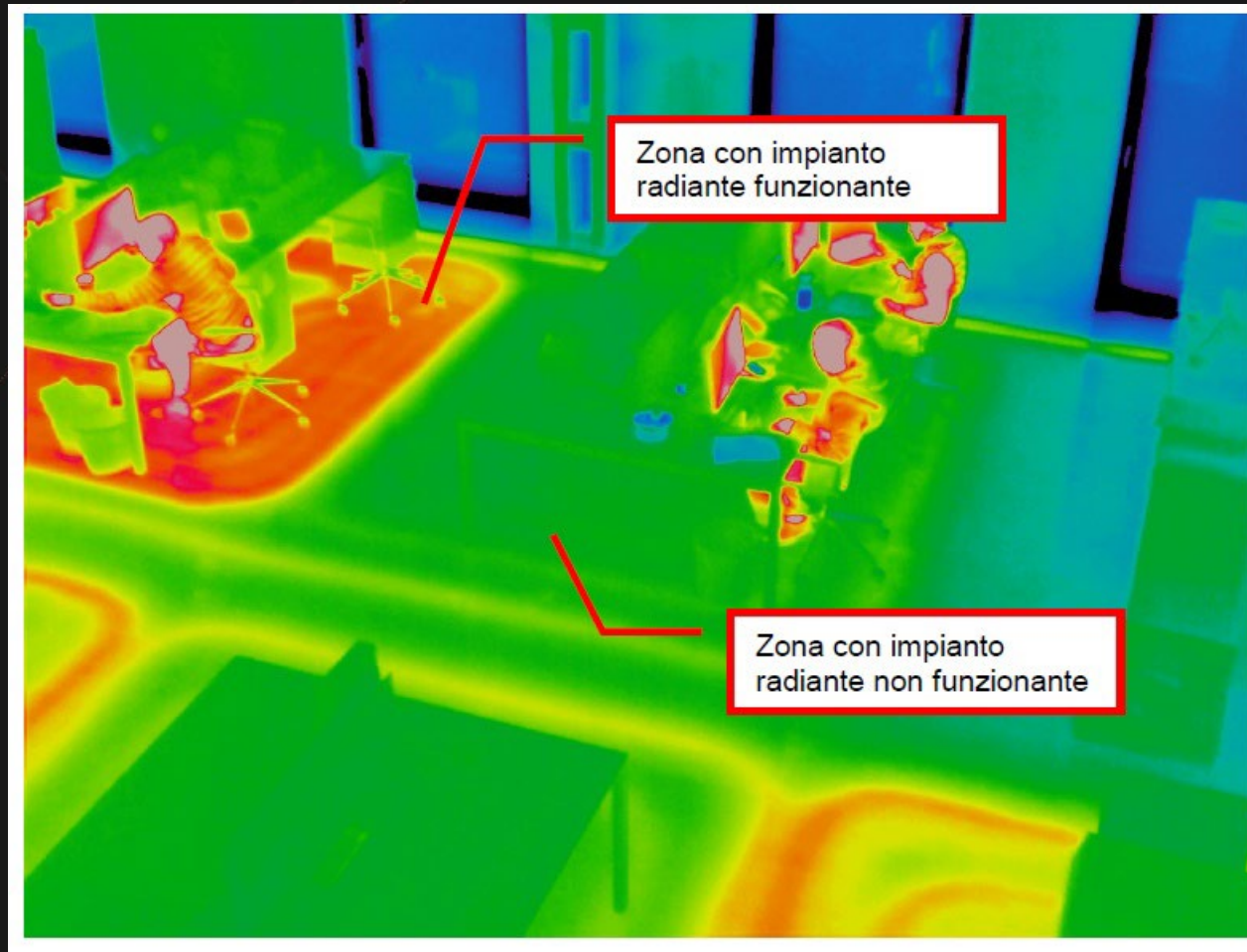
La termografia passiva



La termografia passiva



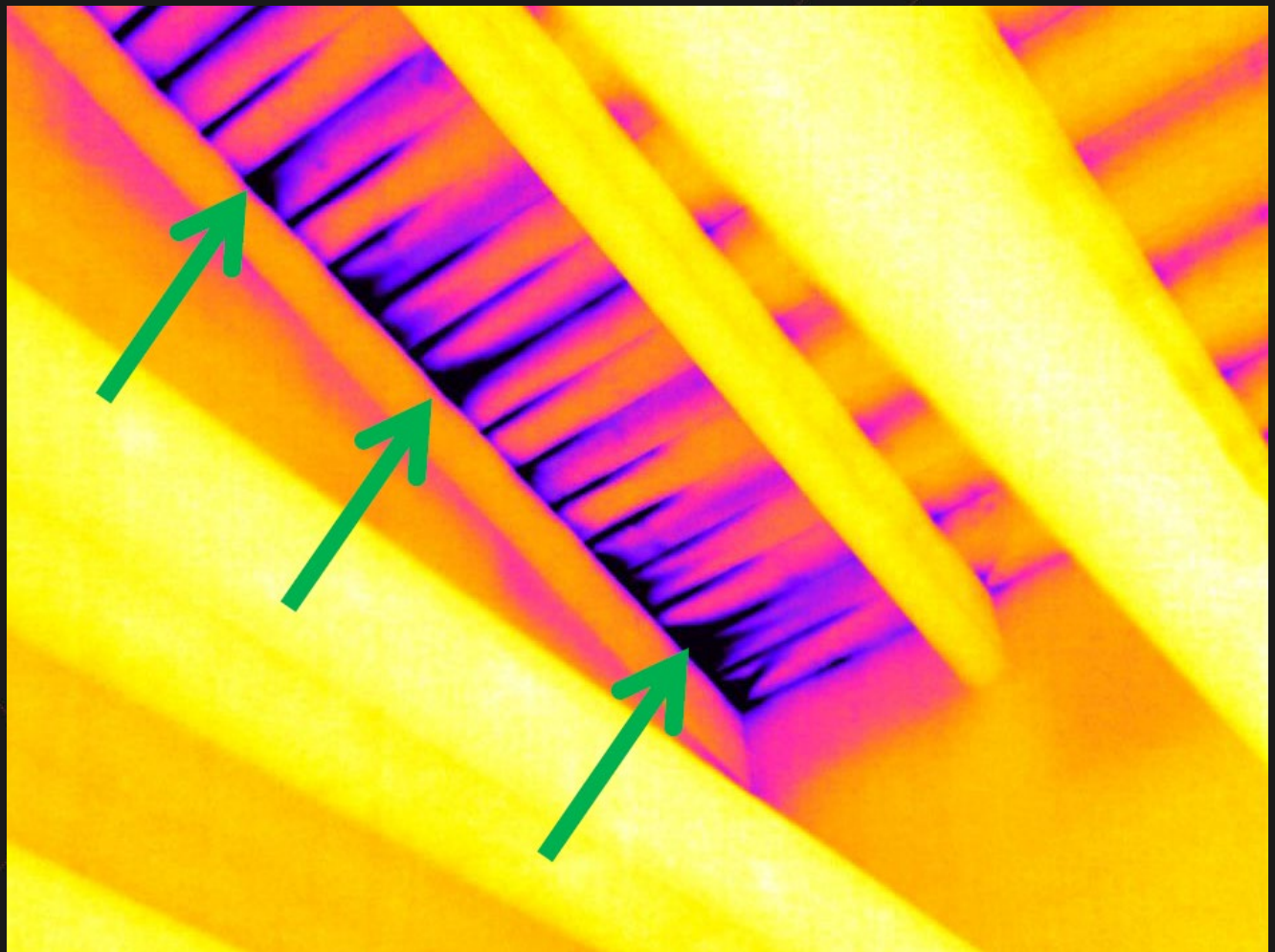
La termografia passiva



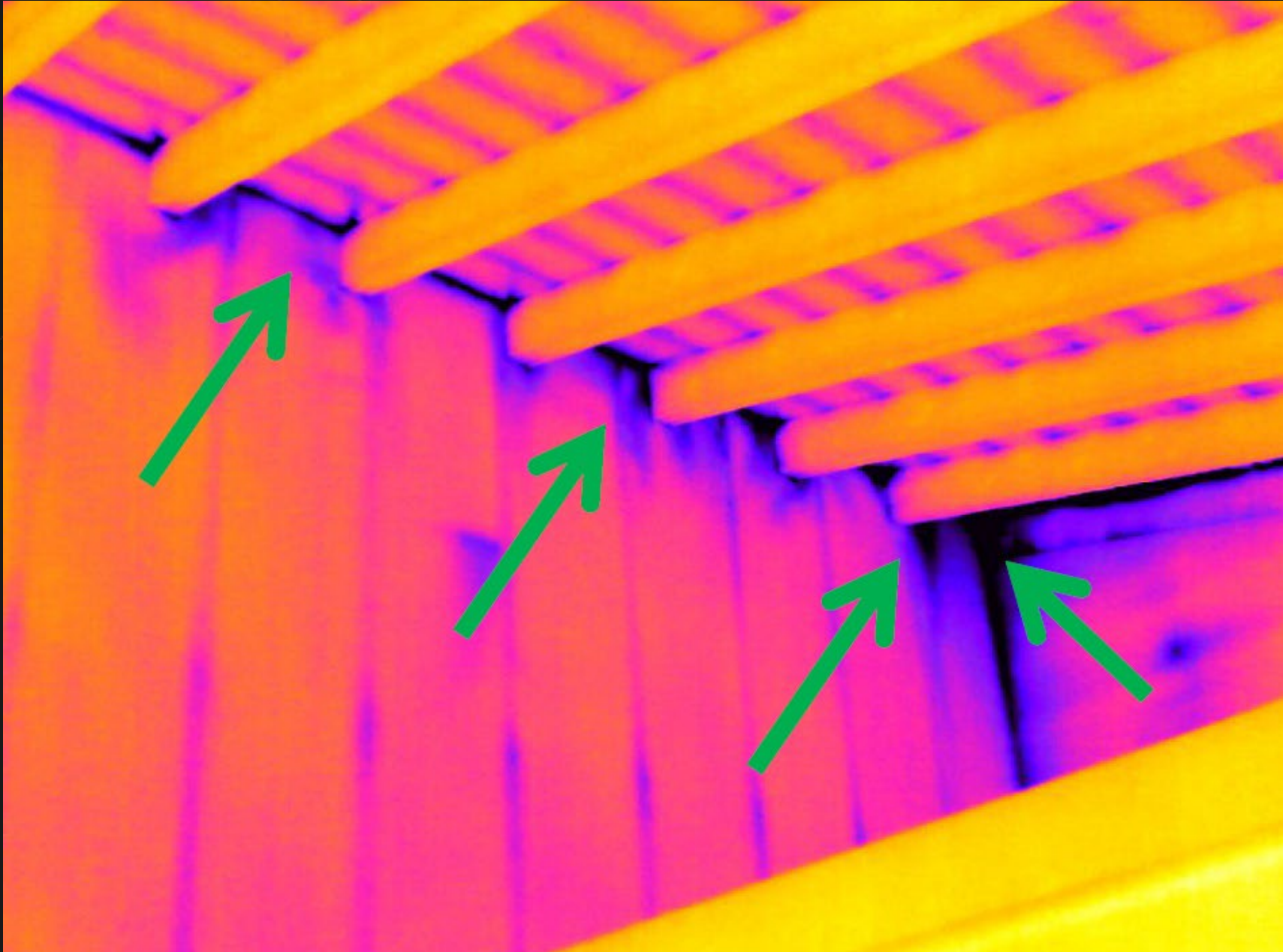
Inserire annotazioni in cantiere



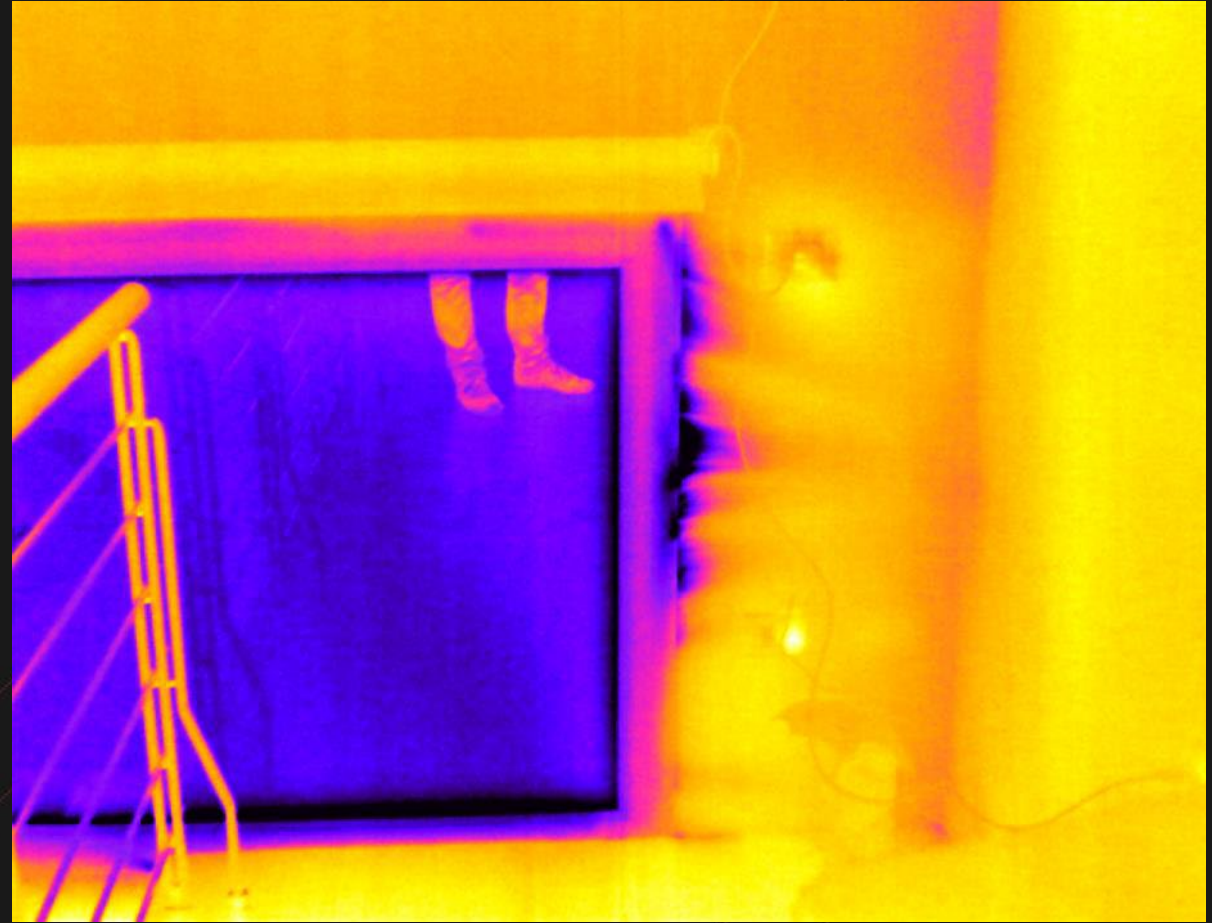
Blower door – Verifica isolamento aria



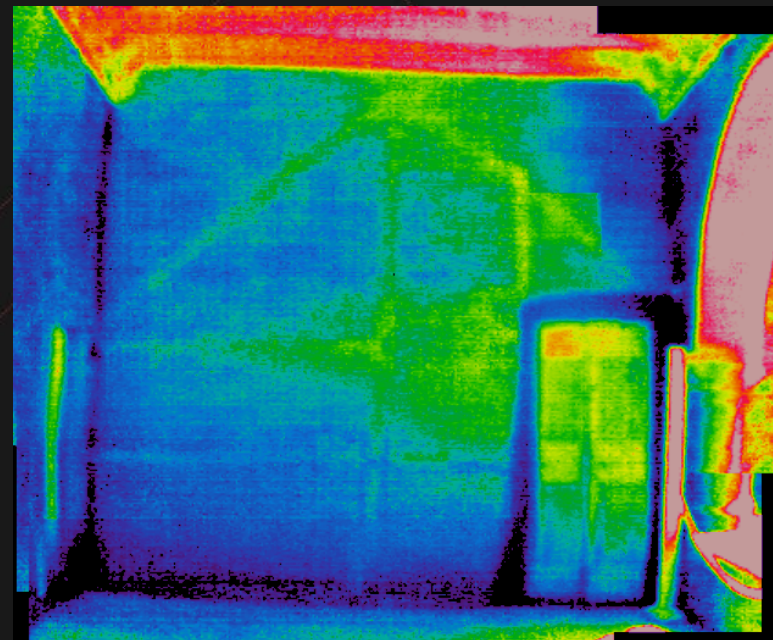
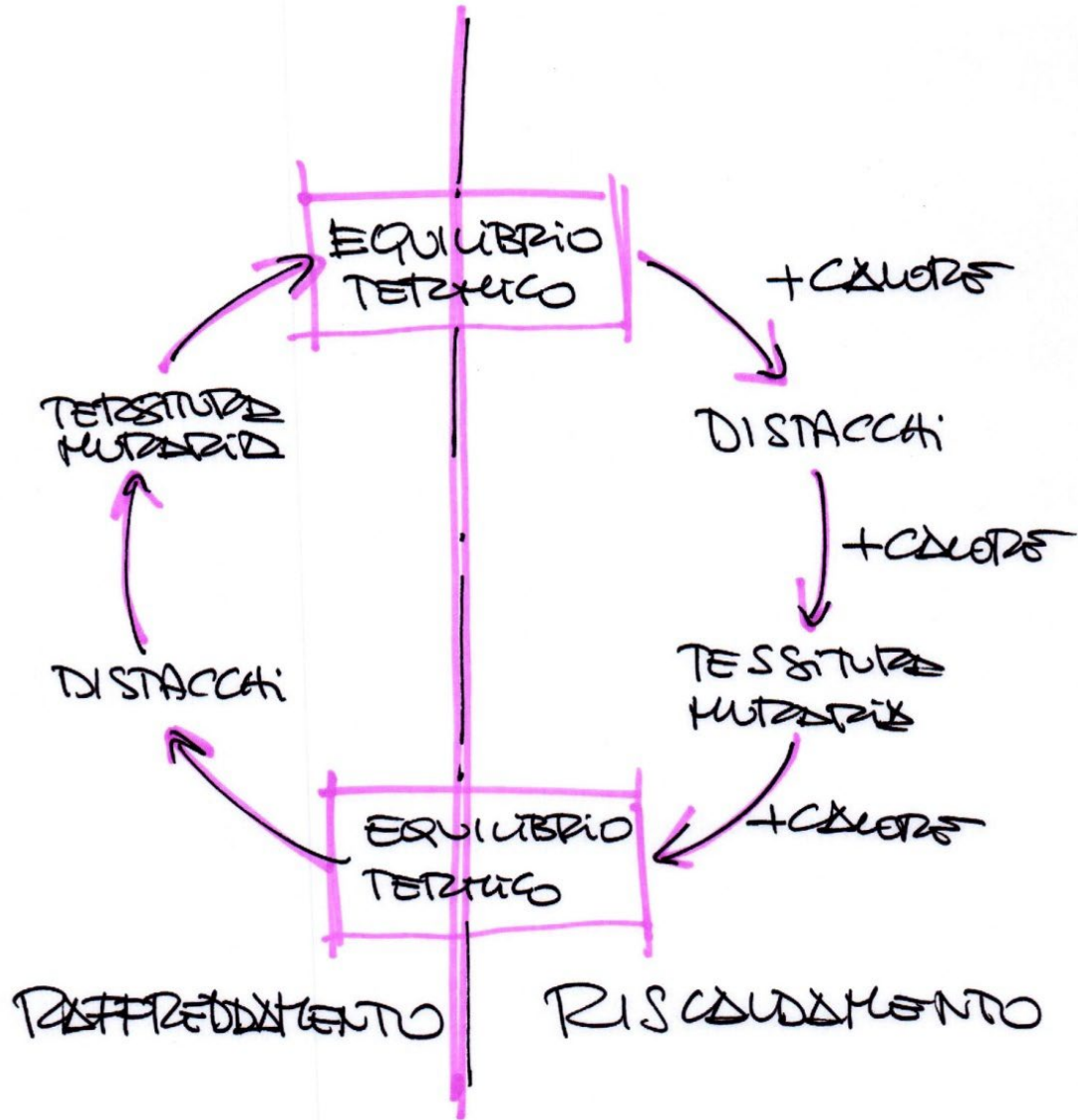
Blower door – Verifica isolamento aria



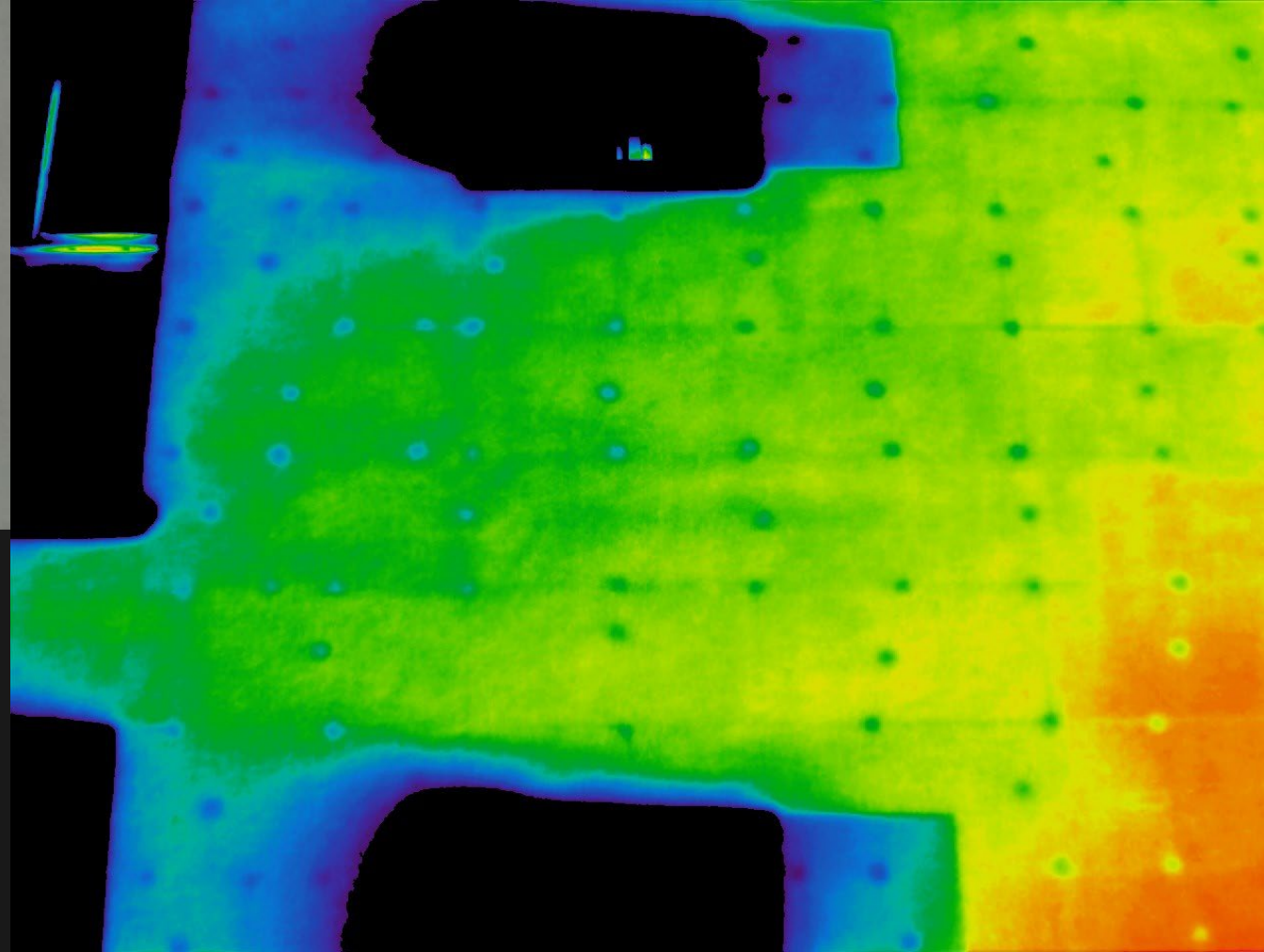
Blower door – Verifica isolamento aria



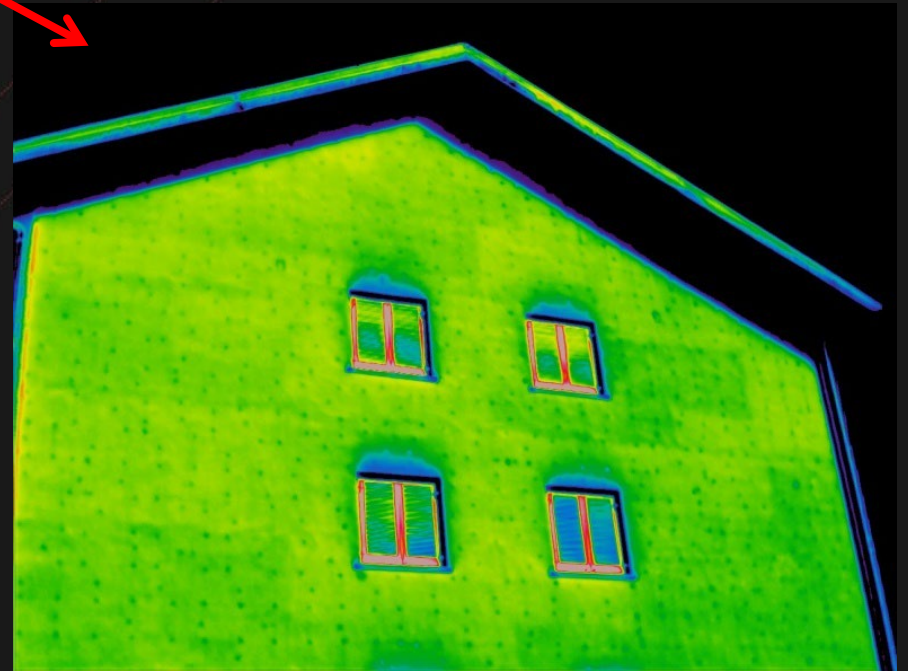
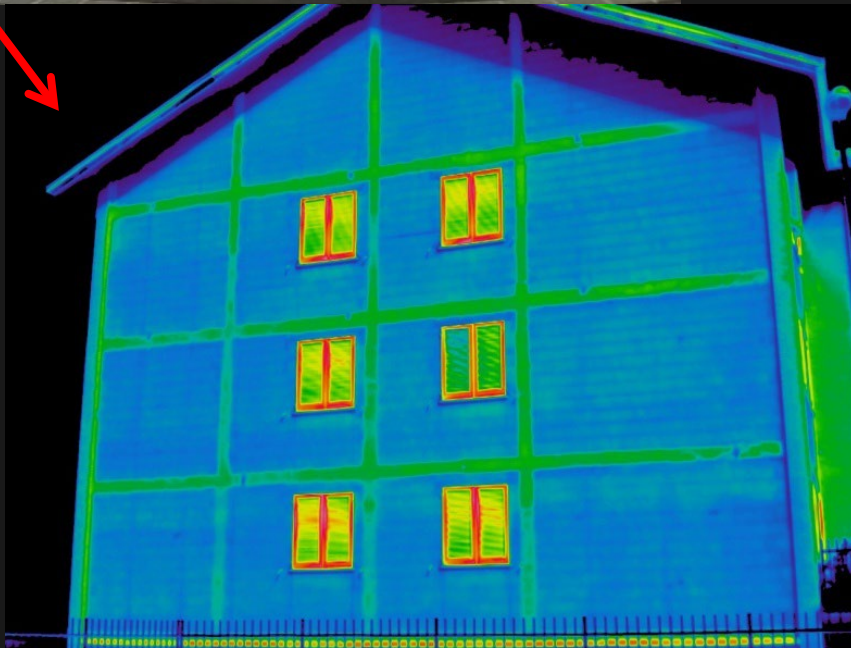
La termografia attiva



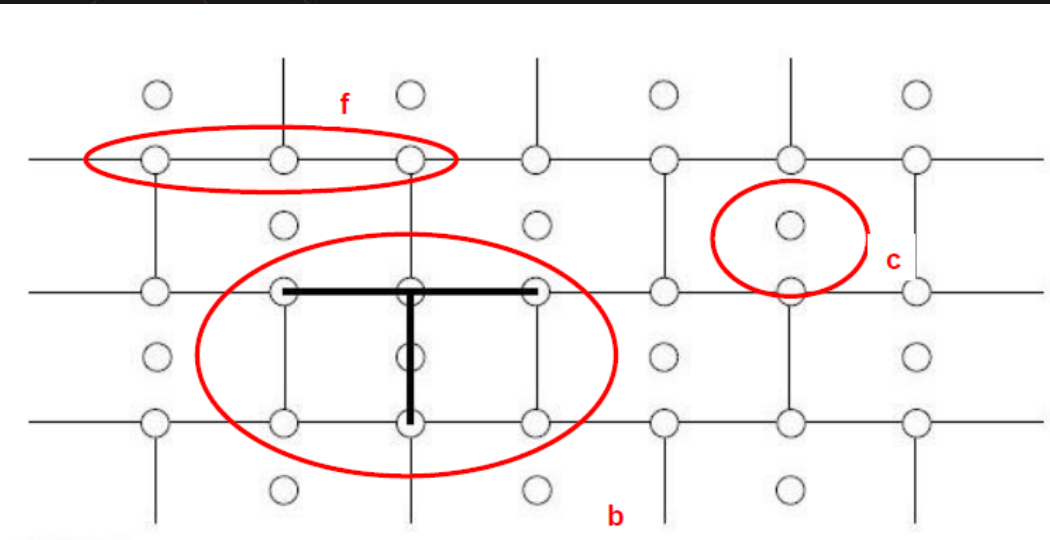
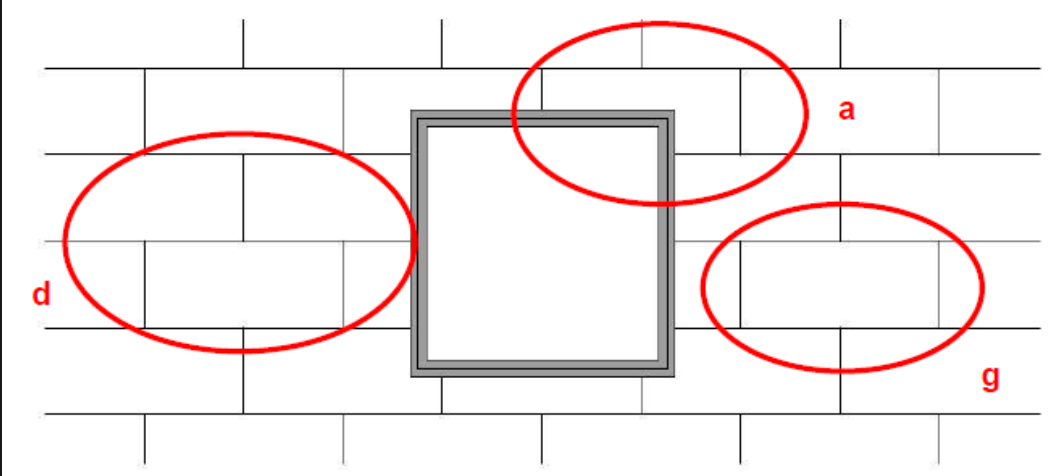
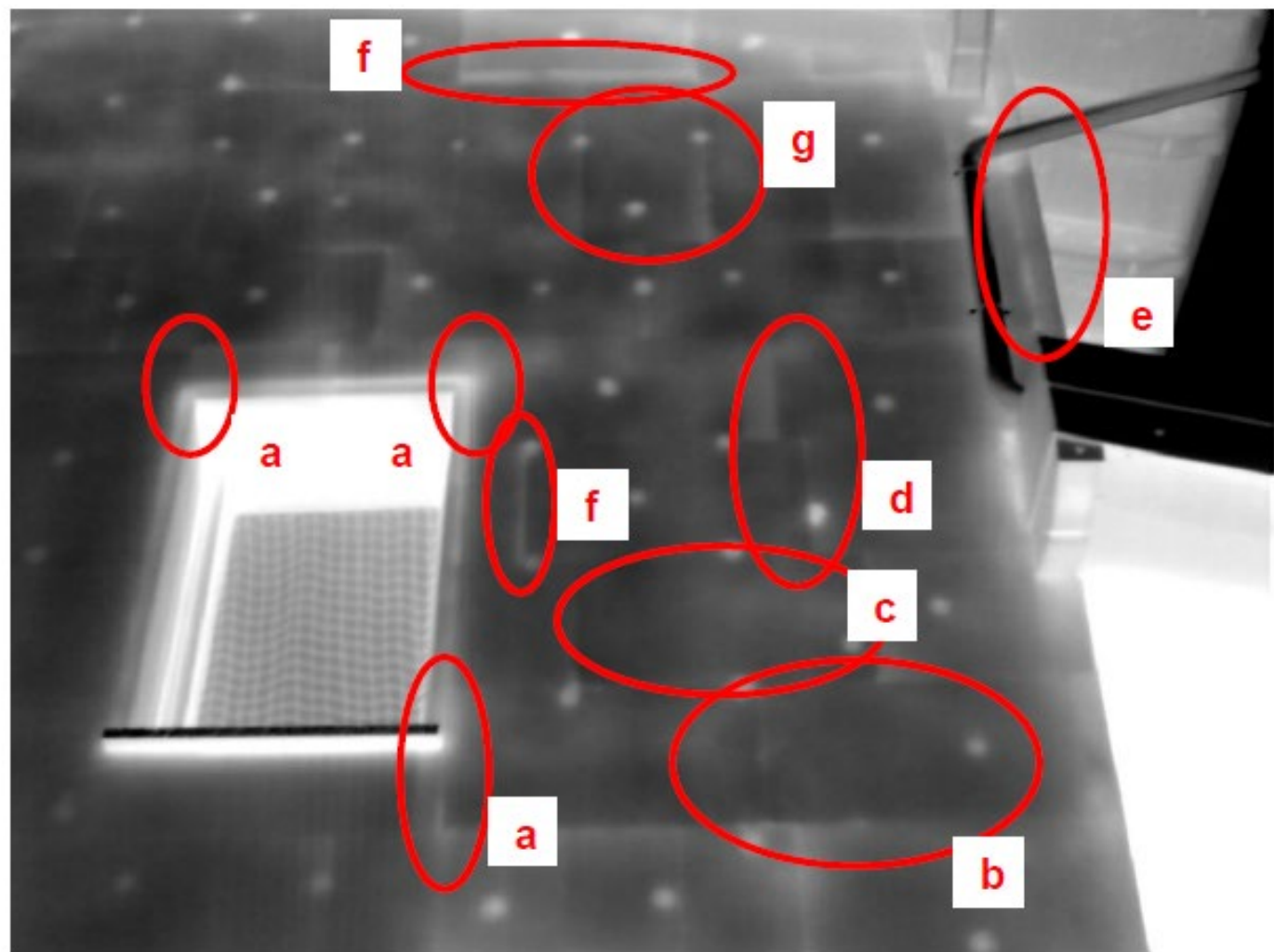
La termografia attiva



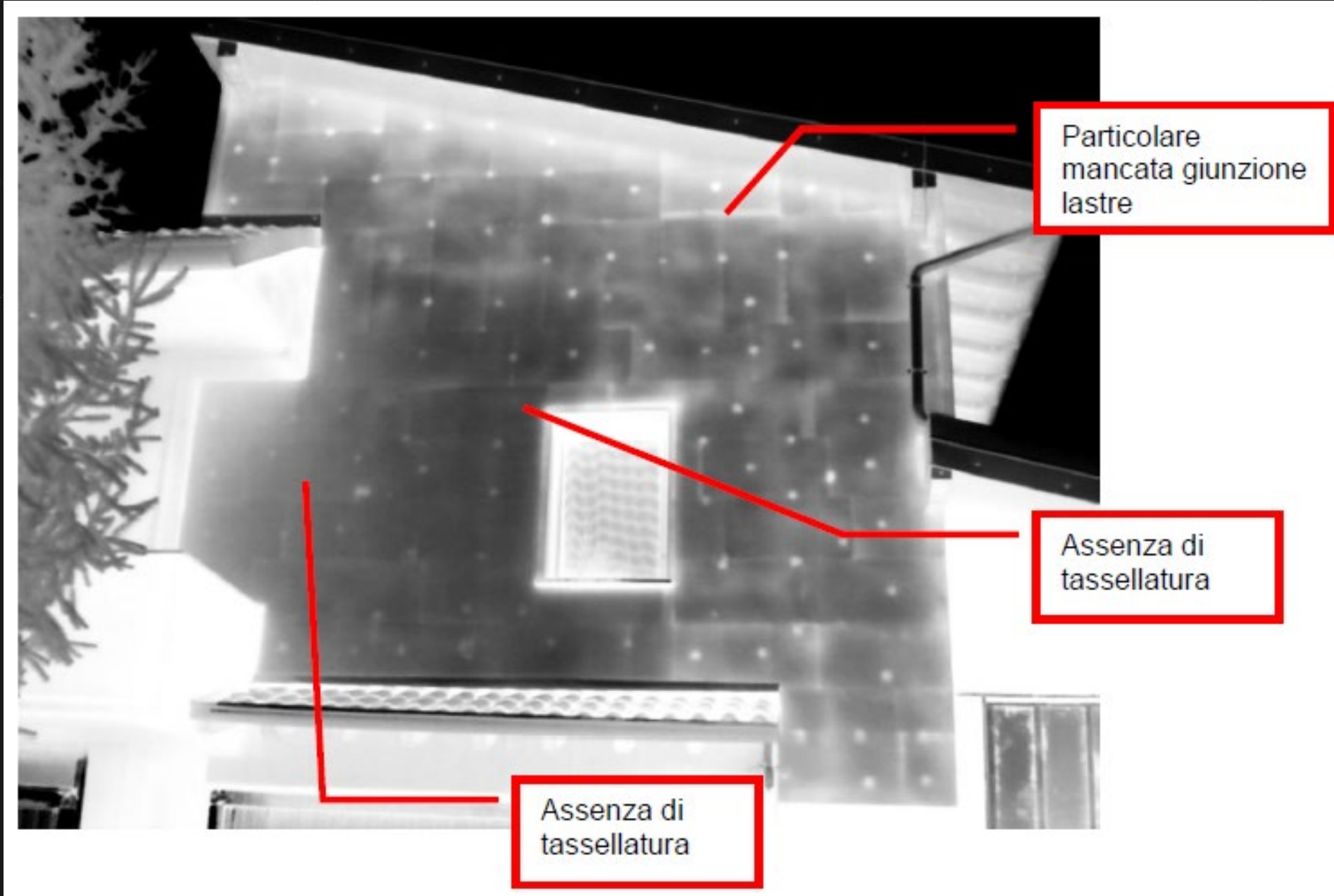
La termografia attiva



La termografia attiva



La termografia attiva





Da evitare assolutamente:

- Pioggia
- Vento
- Umidità in facciata

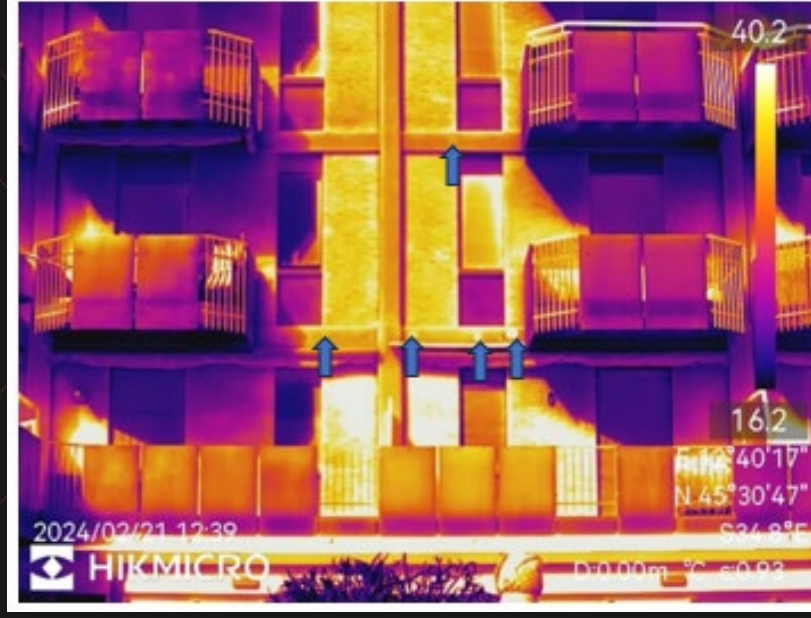
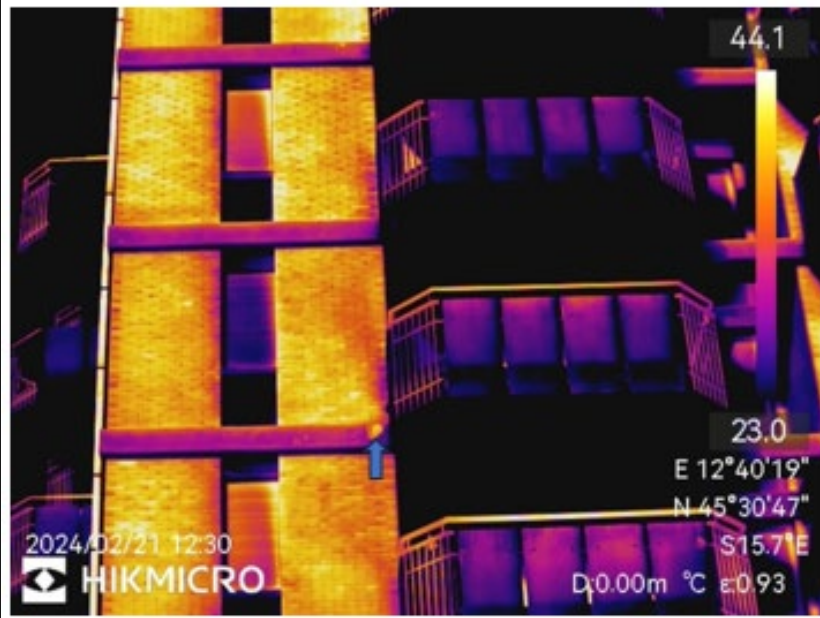
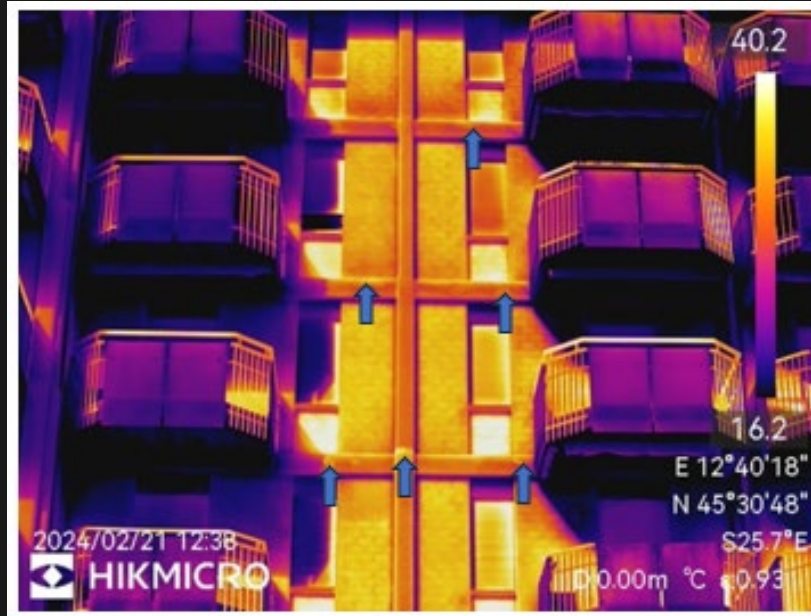
Elementi di disturbo:

- Condizioni variabili (nuvole sparse)
- Cielo coperto
- Ombra

- **Shadowmap:** Mostra in tempo reale l'esposizione al sole e le ombre generate da edifici e rilievi su una mappa globale. È possibile inserire il proprio indirizzo e utilizzare uno slider per vedere come cambia l'irraggiamento durante le varie ore del giorno e stagioni. È accessibile via web o tramite app. [YouTube · SmartWorld +1](#)
- **Sun Locator Lite:** Permette di visualizzare il percorso del sole e della luna su Google Maps. Include una modalità fotocamera per la realtà aumentata, ideale per controllare la presenza di ostacoli fisici. [Google Play](#)
- **SunOnTrack:** Un'app ideale per il mercato immobiliare e per chi installa impianti solari. Mostra la posizione del sole e simula le ombre tramite mappe interattive e visualizzazione in realtà aumentata. [SunOnTrack App](#)
- **Atlante solare sunRISE:** Strumento territoriale gestito dal sistema italiano, consente di consultare i dati meteorologici e l'irradianza su tutto il territorio italiano. [Atlante solare sunRISE](#)
- **SunEarthTools.com:** Un pratico strumento online per calcolare la posizione del sole, le ore di luce e le ombre in qualsiasi località, con grafici dettagliati del percorso solare. [SunEarthTools.com](#)



La termografia attiva



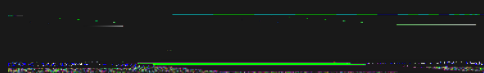
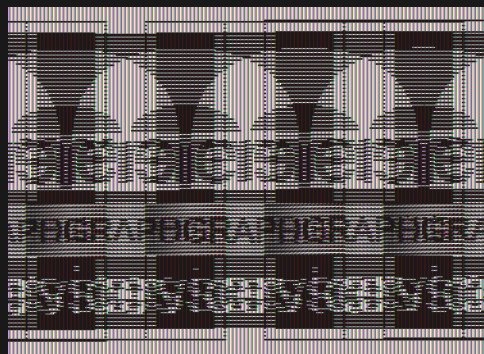
La termografia attiva



La termografia attiva



DiemmeServices di Danilo Mei La termografia attiva indoor



Campagna di indagini termografiche Stazione Fontivegge Perugia

Sale di aspetto decorate da Matteo Tassi
(Assisi 1831-Perugia 1895)



Campagna di indagini termografiche Stazione Fontivegge – Perugia



Background

A seguito dei lavori di ammodernamento della Stazione Ferroviaria, sono state necessarie delle indagini sulle sale decorate nel 1800, al fine di prevenire e salvaguardare eventuali danni dovuti alle opere di nuova realizzazione. La campagna di indagine termografica è stata decisiva per documentare lo stato di fatto e procedere in modo opportuno alla definizione degli interventi di salvaguardia e successivo restauro.

Application

L'indagine aveva il compito di evidenziare anomalie termiche indicanti lo stato fessurativo, i distacchi e i rigonfiamenti e la tessitura muraria delle pareti delle varie sale.

Per raggiungere l'obiettivo si è reso necessario operare in modalità attiva, procedendo a scaldare l'ambiente oggetto di indagine mediante un cannone ad aria calda alimentato a Gpl.

Durante questa fase sono stati monitorati costantemente i valori di temperatura e di umidità.

Product Model

HIK MICRO SP60-L50

Advantages

- La risoluzione termica di 640x480 insieme alla sensibilità termica (NETD) < 30 mK permette di registrare anche la minima differenza di temperatura, individuando in questo modo molteplici anomalie termiche. La sensibilità termica della SP60 è calcolata a 25° e questo ne determina un fattore fondamentale.
- Il Touch Screen LCD da 5" (1280 × 720 Resolution) permette una visualizzazione molto nitida ed una resa cromatica in particolar modo sui grigi eccezionale.
- L'autofocus preciso e veloce (Approx. 1 second) dona all'utilizzatore la consapevolezza di registrare sempre delle immagini ben contrastate.



Anomalie termiche di distacco o rigonfiamento

Immagine IR

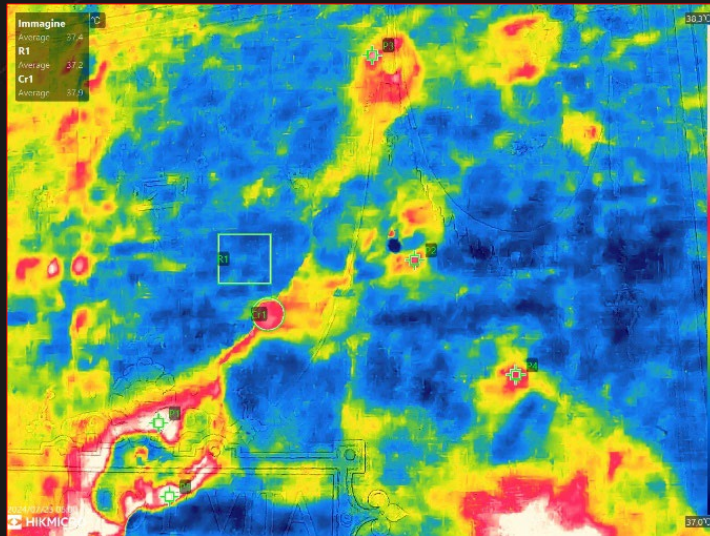


Immagine visibile



Immagine IR

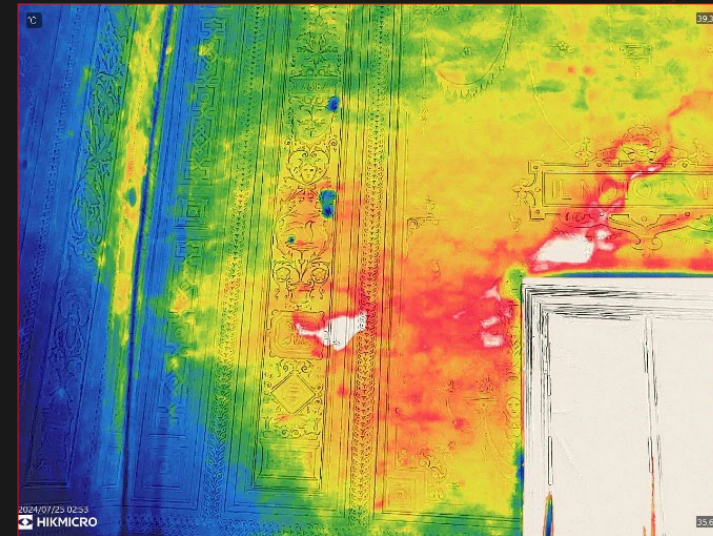


Immagine visibile



Campagna di indagini termografiche Stazione Fontivegge – Perugia

Anomalie termiche di tessitura e stato fessurativo

Immagine IR



Immagine IR



Immagine IR



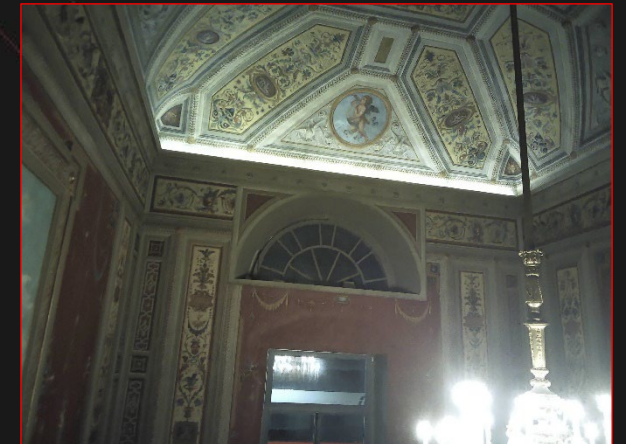
Immagine visibile



Immagine visibile



Immagine visibile



Campagna di indagini termografiche Stazione Fontivegge – Perugia

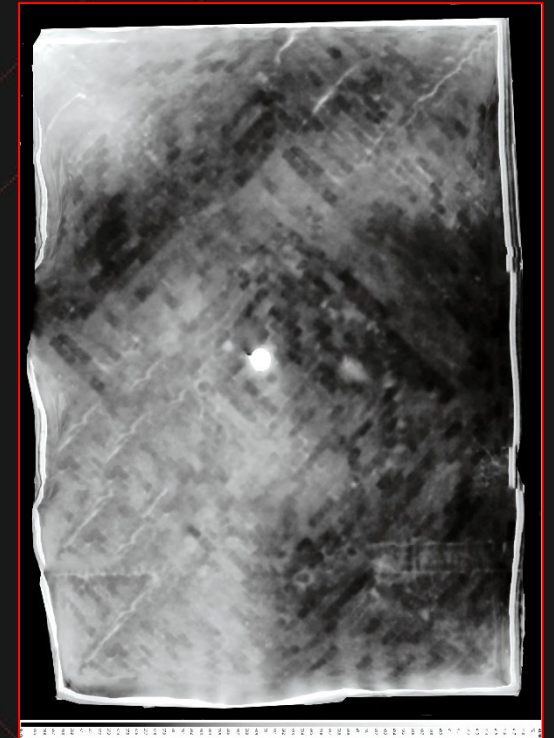
Fotopiani pareti in visibile con indicazione anomalie termiche



Fotopiano volta in visibile con indicazione anomalie termiche



Mosaico IR 3D della volta costituito da 18 termogrammi



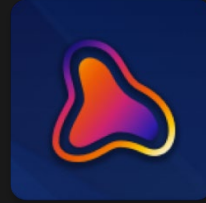
Conclusions

- Rilevato un esteso stato di distacco del supporto pittorico
- Rilevata la presenza di uno stato fessurativo diffuso
- Eseguita una mappa esaustiva della tessitura muraria

Campagna di indagini termografiche Stazione Fontivegge – Perugia

Additional benefits

- Durata della batteria in modalità registrazione continua > 4 ore
- Stabilità del collegamento con tablet/smartphone
- Fluidità e completezza dell'app di controllo e scatto remoto HIKMICRO Viewer



Collegamento App su tablet



SP60 su asta in carbonio H=16 mt



Chiesa di San Carlo ai Catinari - Roma

CONTATTI

Mauro Baldo

Email: mauro.baldo@hikmicrotech.com

Web: www.hikmicrotech.com/it/industrial/

Tel: +39 389 8830990



Grazie per l'attenzione